



<input type="checkbox"/>	Kandidaatintutkielma
<input checked="" type="checkbox"/>	Pro gradu -tutkielma
<input type="checkbox"/>	Lisensiaatintutkielma
<input type="checkbox"/>	Väitöskirja

Oppiaine	Laskentatoimi ja rahoitus	Päivämäärä	3.6.2020
Tekijä	Aleksi Kokko	Sivumäärä	91
Otsikko	Lohkoketjujen ja älysopimusten kytkeytyminen taloushallintoon – Taloushallinnon tietojärjestelmät isomorfisten paineiden alla		
Ohjaaja	KTT Vesa Partanen		

Tiivistelmä

Lohkoketjuteknologia on ollut runsaasti esillä, mutta käytännön vaikutuksia on kuitenkin tutkittu suhteellisen vähän erityisesti taloushallinnon näkökulmasta. Tämän tutkielman tavoitteena on saavuttaa ajankohtainen näkemys lohkoketjuteknologian vaikutuksista taloushallintoon, samalla verraten nykyisten taloushallinnon tietojärjestelmien sopivuutta ja lohkoketjuteknologian heijastamaa institutionaalista painetta organisaatioille.

Tutkimus toteutetaan kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja tutkimusmetodina käytetään sisällönanalyysejä, jossa hyödynnetään jo laajempaa ja aiemmin dokumentoitua tutkimuskirjallisuutta mahdollisimman kattavan kuvan saamiseksi. Tutkielma täydentää lohkoketjuteknologian ja taloushallinnon aukkoa tutkimuskirjallisuudessa, huomioiden alati kehittyvän lohkoketjuteknologiassa uusimmat innovaatiot, jotka muuttavat koko lohkoketjujen potentiaalia organisaatioiden näkökulmasta. Tutkielmassa käytetään vanhaa ja uutta institutionaalista teoriaa toisiaan täydentävästi, kattavan mikro- ja makrotason näkemyksen saavuttamiseksi lohkoketjujen vaikutuksista taloushallinnon osana. Teoria osaltaan myös selittää, miksi menestyvät organisaatiot muuttuvat toistensa kaltaiseksi, mikä soveltuu hyvin innovatiivisen teknologian tarkasteluun. Kirjallisuus kattaa myös taloushallinnon tietojärjestelmien kytkeytymisen, ja taloushallinnon tietojärjestelmiin vaikuttaneet institutionaalisen ympäristön muutokset. Lohkoketjuteknologiaa ja älysopimuksia käsitellään myös kattavasti esitellen sovelluskohteita ajankohtaisiin ja konkreettisiin esimerkeihin.

Tutkimuksessa osoitetaan lohkoketjuteknologialla olevan paljon annettavaa organisaation toimintaan osana taloushallinnon tietojärjestelmiä. Keskeisenä johtopäätöksenä voidaan pitää hybridiälysopimusten ja hajautettujen oraakkeliverkostojen mahdollistavan lohkoketjuteknologian kytkeytymisen perinteisiin tietojärjestelmiin. Toinen keskeinen johtopäätös on lohkoketjuteknologian toiminta nykyisiä tietojärjestelmiä täydentävä teknologiana. Tästä aiheutuu organisaatioille institutionaalisia paineita omaksua lohkoketjuteknologiaa uniikkien verkostovaihtokutuksien takia. Varsinkin globaalien, edelläkävijöinä pidettyjen teknologiatoimittajien kehittäessä omia lohkoketjuihin pohjautuvia palveluitaan.

Avainsanat	Lohkoketjut, taloushallinto, älysopimukset, instituutionaalinen muutos
------------	--

LOHKOKETJUN JA ÄLYSOPIMUSTEN KYTKEYTYMINEN TALOUSHALLINTOON

Taloushallinnon tietojärjestelmät isomorfisten paineiden alla

Laskentatoimen ja rahoituksen
pro gradu -tutkielma

Laatija:
Aleksi Kokko

Ohjaaja:
KTT Vesa Partanen

3.6.2021
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Tur-
nitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Johdatus aiheeseen.....	7
1.2	Tutkimustavoitteet ja aiheen rajaaminen	10
1.3	Metodologia ja metodit.....	12
1.4	Tutkielman rakenne.....	16
2	INSTITUTIONAALISET TEORiat JA ISOMORFISMI	18
2.1	Institutionaalisen teorian tausta ja keskeiset käsitteet	18
2.2	Institutionaalinen muutos prosessina	21
2.3	Institutionaalinen isomorfismi	24
3	LOHKOKETJUTEKNOLOGIA	28
3.1	Lohkoketjuteknologian esittely ja toimintaprosessi.....	28
3.2	Älysopimukset ja oraakkeli-ongelma.....	31
3.3	Lohkoketjuteknologian nykytilanne, mahdollisuudet ja rajoitteet	34
4	TALOUSHALLINNON TIETOJÄRJESTELMIEN KYTKEYTYMINEN LOHKOKETJUTEKNOLOGIAAN	41
4.1	Taloushallinnon tietojärjestelmän tehtävä ja merkitys organisaatiossa	41
4.2	Taloushallinnon tietojärjestelmien kytkeytyminen organisaation toimintaan	44
4.3	Lohkoketjuteknologian kytkeytyminen taloushallinnon tietojärjestelmiin.....	47
4.4	Lohkoketjuteknologian aiheuttamat muutokset taloushallinnon tietojärjestelmiin .	53
5	TALOUSHALLINNON YMPÄRISTÖN INSTITUTIONAALISET PAINEET	59
5.1	Taloushallinnon tietojärjestelmät institutionaalisten muutospaineiden alla	59
5.2	Lohkoketjuteknologian käyttöönottoa tukevat muutokset institutionaalisessa ympäristössä.....	63
5.3	Lohkoketjuteknologian institutionaaliset paineet organisaation näkökulmasta.....	68
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	75
6.1	Keskeiset tulokset ja johtopäätökset.....	75
6.2	Tutkimuksen arviointi.....	78
	LÄHTEET	80

KUVIOT

Kuvio 1 Tutkimuksen rakentuminen ja analyysikategoriat teemoittain.....	14
Kuvio 2 Institutionalisoituminen prosessina (ks. Burns & Scapens 2000).....	22
Kuvio 3 Isomorfismiin vaikuttavat paineet (vrt. DiMaggio ja Powell 1983)	26
Kuvio 4 Lohkon rakentuminen ja liittäminen yksinkertaistettuna (vrt. Nakamoto 2008)	29
Kuvio 5 Meltcalfen laki verkostojen kasvusta ja verkostovaikutuksista	35
Kuvio 6 Teknologian vaikutukset organisaatioon ja strategiaan (ks. Nicoletti 2017)	42
Kuvio 7 Tietojärjestelmän tehtävien jalkautuminen (vrt. Taipaleenmäki & Ikäheimo 2013)	44
Kuvio 8 Hajautettujen oraakkeli-verkostojen kytkeytyminen (vrt. Nazarov & Shukla 2020).....	51
Kuvio 9 Lohkoketjuteknologian institutionaalista ympäristöä muokkaavat ajurit	67
Kuvio 10 Lohkoketjuteknologian institutionaaliset paineet taloushallinnossa	69

TAULUKOT

Taulukko 1 Tutkimuksessa esiteltyt lohkaketjuprojektit	36
Taulukko 2 Lohkoketjuteknologian kehitys taloushallinnon tietojärjestelmän osaksi	58

1 JOHDANTO

1.1 Johdatus aiheeseen

Lohkoketjut (blockchain) ovat uutisotsikoissa yleensä bitcoinin takia. Lohkoketjujen kehittäjänä pidetään pseudonyymi Satoshi Nakamotoa (2008), joka esitteli lohkoketjut ensimmäisenä artikkelissaan ”Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. Bitcoin on ensimmäinen ja parhaiten tunnettu esimerkki lohkoketjuista, joka on toiminut innoittajana monille muille lohkoketjuteknologian kehittäjille. Nakamoton (2008) tärkein idea voidaan tiivistää vertaisverkon kautta tapahtuviksi anonyymeiksi transaktioiksi, joissa yksittäisellä taholla ei ole määräysvaltaa verkoston toiminnasta tai säännöistä (Mougayar & Buterin, 2016, 21). Nakamoto (2008) luonnehtii lohkoketjun olevan järjestelmä elektronisille kirjauksille ilman tarvetta luottamusta tarjoavalle kolmannelle osapuolelle. Bitcoin on mullistanut käsitystämme digitaalisesta arvonsiirrosta, ja toinen avoin lohkoketju Ethereum, on tuonut lohkoketjuteknologiaa enemmän esille mahdollistaen aikaisemmin teknisesti mahdottomina pidettyjä sovellutuksia.

Odotukset lohkoketjuteknologian disruptiolle viimeisen vuosikymmenen aikana ovat olleet suurempia kuin konkretisoituneet saavutukset. Molla ja Yigitbasioglu (2019) arvioivat lohkoketjujen olevan edelleen kymmenen vuoden päässä laajemmasta yleistymisestä. Kyseessä on kehittyvä teknologia, josta ymmärryksemme potentiaalista sekä mahdollisista käyttötarkoituksista tarkentuu jatkuvasti. Kaikki eivät koe lohkoketjuja disruptiivana teknologiana, joka haastaisi vakiintuneita instituutioita. Lansiti ja Lakhani (2017) näkevät lohkoketjuteknologian ennemmin vaihtoehtona, joka pidemmällä aikavälillä luo uusia käytäntöjä. He uskovat lohkoketjujen aiheuttavan suurta, mutta hidasta muutosta sosiaalisissa ja ekonomisissa yhteiskunnan rakenteissa. Muutos voi viedä vakiintuneissa instituutioissa jopa useita kymmeniä vuosia. (Lansiti ja Lakhani 2017.)

Innovaation leviäminen voi ottaa nopeastikin isoja harppauksia, mikäli olemassa oleviin ongelmiin löydetään ratkaisuja. Molla ja Yigitbasioglu (2019) määrittelevät teknologian prosessiksi, joka muuttaa työvoimaa, pääomaa, raaka-aineita ja informaatiota, tuottaen siitä suurempaa hyötyä koko organisaatiossa. Lohkoketjut ovatkin osa uutta potentiaalista teknologista vallankumousta yhdessä big datan, tekoälyn ja esineiden internetin kanssa (IoT, Internet of Things). Tulevaisuudessa tapahtuvaksi ennakoitua muutosta informaatioteknologiaan painottuvaan ja automatisoituun yhteiskuntaan viitataan termillä, teollinen vallankumous 4.0. (Penas ym. 2017.)

Lohkoketjuja on usein verrattu toiseen disruptiiviseen teknologiaan, erityisesti Internetin alkuaikoihin 1990-luvulla (Mougayar & Buterin, 2016; Shaik & Lashari 2017). Internet oli poikkeuksellinen keksintö, joka poisti rajoitteet tehokkaalle yhteistyölle maantieteellisestä sijainnista riippumatta. Tietoverkko mahdollisti tehokkaamman työskentelyn, nopeutti tietoliikennettä ja tarjosi uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Internetin mahdollisesta disruptiivisesta potentiaalista oli jo 90-luvulla kirjallisuutta, mutta innovaation yleistymistä epäiltiin. Epäilykset pohjautuivat monimutkaiseen käyttöönottoon, korkeisiin kustannuksiin sekä muutosvastarintaan, sillä olemassa olevat järjestelmät nähtiin tarpeeksi tehokkaina, eikä luottamusta ollut webissä tapahtuvaan kanssakäymiseen. (Kuisma ym. 2007.) Organisaatiot ovat kohdanneet kasvavaa muutospainetta 1900-luvun lopulla ja 2000-luvulla kiihtyvästi kehittyvien teknologioiden takia. Uudet teknologiat ovat lisänneet tehokkuutta organisaatioissa, muokanneet taloushallinnon järjestelmiä ja murtaneet liiketoiminnan rajoja globaalisti, mutta samalla lisänneet tietoteknistä vaatimustasoa ja organisaatiokyvykkyyksien uudelleenorganisointia.

Lohkoketjuteknologia rikkoo poikkeuksellisten ominaisuuksiensa takia instituutioita ja aiheuttaa monia uusia jännitteitä vakiintuneisiin prosesseihin, rutiineihin sekä sääntöihin. Taloushallinnon formaalit menetelmät muodostavat sääntöineen erittäin rutinoituneen kokonaisuuden, johon lohkoketjujen mahdollinen implementointi aiheuttaa muutospainetta ominaisuuksiensa johdosta. Poikkeukselliset piirteet lohkoketjuissa ovat: täysi jäljitettävyyys avoimuuden ja läpinäkyvyyden ansiosta, mutta samanaikaisesti kuitenkin anonymiteetti onnistutaan säilyttämään kryptografisen salausalgoritmin ansiosta, kustannustehokkuus, transaktioiden nopeus verrattuna nykyiseen järjestelmään, peukaloimattomuus ja turvallisuus hajautettujen tilikirjojen takia (Tapscott & Tapscott 2016).

Lohkoketjut samaistetaan yleensä bitcoinin kanssa, mutta lohkoketjut mahdollistavat paljon moniulotteisempia ratkaisuja kuin pelkkänä valuuttana toimimisen. Hypestä huolimatta bitcoin ei ole syrjäyttänyt yhtäkään virallista valuuttaa, ja narratiivi siitä on muovautunut enemmän arvonsäilyttäjäksi, jota on nimitetty myös digitaalseksi kullaksi. Maailmanpankki (2021) toteaa lohkoketjuteknologian omaavan monia etuja verrattuna keskitettyihin tietojärjestelmiin, edut perustuvat turvallisuuteen ja vertaisverkkojen joustavuuteen, mutta suurimpana hidasteena olevan vähäisen yhteistoiminnallisuuden eri lohkoketjujen, nykyisten tietojärjestelmien ja muiden kehittyvien teknologioiden välillä. Dai ja Vasarhelyi (2017) toteavat lohkoketjun olevan verrattavissa uudenlaiseen laskentatoimen tietokantaan, jossa transaktiot ovat kronologisesti järjestetty lohkoihin, ja ylläpito-vastuu on delegoitu verkoston osallistujille.

Erityisesti rahoituslaitokset ovat kiinnostuneita lohkoketjuteknologiasta, sillä mahdollisuuksien valtava houkutus ja toisaalta uhka väliinputojaksi jäämisestä on verrattavissa Internetin aiheuttamaan muutokseen koko rahoitusallalla. Euroopan keskuspankki on luonut oman lohkoketjukokeilunsa, Project Stellan, tutkiakseen nykyisten globaalien maksujärjestelmien siirtämistä hajautettuihin tilikirjoihin pohjautuvaksi (Maailmanpankki 2021). Organisaatiot ovat heränneet lohkoketjuteknologian mahdollisuuksiin ja haluavat saada strategisen kilpailuedun markkinoille, esimerkiksi Australian arvopaperipörssi on suunnittelemassa siirtymistä kokonaan lohkoketjuteknologiaan (Molla & Ygitbasioglub 2019). Frawleyn ja Fahyn (2006) mukaan organisaatiot, joilla on resurssipohjaisten kyvykkyyksien edellytykset adaptoida disruptiivinen innovaatio saavat merkittävän edun kilpailijoihinsa verrattuna.

Lohkoketjuista uutisoitaessa ääripäiden mielipiteet korostuvat, jolloin kokonaisvaltaisen ja realistisen kuvan hankkiminen on haastavaa. Shrier ym. (2016) luonnehtivat lohkoketjujen olevan yhtä merkittävä innovaatio kuin pilvipohjaisten palveluiden ja world wide webin mahdollistamalla vastaavaa prosessien tehostumista, mitä Internetin sekä webin laajempaa adaptaatiota seurasi. Toisaalta polarisaatio mediassa pyramidihuijauksen ja kaiken mullistavan innovaation välillä on suurta. Lohkoketjujen uutisointi seuraa usein lähinnä vain virtuaalivaluuttojen kurssikehitystä, kertomuksia ihmisten äkkirikastumisesta tai virtuaalivaluutan käyttöä rikollisten maksuliikenteessä. Lohkoketjujen kehityksen alussa, virtuaalivaluuttoja on hyödynnetty lähinnä anonyymiteettinsa ansiosta laittomien asioiden rahoittamiseen, kiristykseen sekä rahanpesuun (Salzman, 2018a). Tämä onkin leimannut jopa koko teknologiaa syyttä, erityisesti uutisointi on keskittynyt vahvasti kielteisiin asioihin ja virtuaalivaluuttoihin. Mielenkiintoisesti esimerkiksi rahoituslaitokset ovat välttäneet lohkoketjuteknologiaan liittyen negatiivista ennakoasennetta käyttämällä nimitystä hajautettujen tilikirjojen teknologiasta (distributed ledger technology, DLT) (Kharpal 2018). Johansson ym. (2019) kuitenkin käsittävät hajautettujen tilikirjojen teknologian ja lohkoketjuteknologian tarkoittavan samaa. Akateemisessa tutkimuskirjallisuudessa lohkoketjuteknologia itsessään on herättänyt runsaasti kiinnostusta sekä kommentointia tulevaisuuden kehityksestä.

Lahti ja Salminen (2014) toteavat tehokkaimpien teknologioiden ja merkittävimpien innovaatioiden tulevan isolla viiveellä osaksi taloushallinnon prosesseja. He osoittavat Internetin nopean yleistymisen Suomessa, mutta taloushallinnon digitalisoitumisen kehittyvän merkittäväällä viiveellä. Anna Irreran (2017) mukaan Yhdysvalloissa ja Euroopassa rahoitussektori sekä yksityisellä että julkisella puolella pohjautuu osittain edelleen 60

vuotta vanhaan jäykkään koodauskieleen COBOL:iin, vaikka uudempia ja monimuotoisempia koodauskieliä on kehitetty useita. COBOL:ia on käytetty pääsääntöisesti edelleen korttiliikenteen, talletustilien, luottopalveluiden, pankkiautomaattien ja lainatilien järjestelmien perustana. (Irrera 2017; Financial Times 2021) Teknologian muutos sekä kehitys etenevät suhteellisen nopeasti, mutta adaptaation ja teknologian kehityksen välillä tuntuu olevan valtava kuilu. Toistaiseksi toimivaa käytäntöä ei uskalleta lähteä parantamaan mahdollisten riskien ja kustannusten takia, ennen kuin on pakko reagoida muuttuvaan maailmaan.

Lohkoketjuja onkin runsaasti tutkittu kirjanpidon näkökulmasta ja suurta potentiaalia alan mullistamiselle on löytynyt, sekä mahdollisia muutoksia kirjanpidon työntekijöiden toimenkuvaan. Hyötyjä on tilinpäätösten nopeutuminen, mahdollisesti jopa reaaliaikaisen tilanteen tarjoaminen sijoittajille, kirjausten ollessa matemaattisesti vahvistettuja manipuloinnin riski pienenee. Globaalit konsultointiyhtiöt, kuten Ernst & Young, PricewaterhouseCoopers, Deloitte ja KPMG ovatkin kehittämässä kovaa vauhtia omia lohkaketju-pohjaisia prototyyppejä tilintarkastukseen. Odotuksena on viiden vuoden sisällä käytännössä toimiva teknologia. (Alarcorn & Ng 2018; Appelbaum & Smith 2018.) Tyypillisesti ohjelmistotoimittajien näkökulmasta luvataan kaikkien toiveiden toteutuvan integroitaessa uutta järjestelmää toiminnan osaksi, mutta käytännössä totuus on mutkikkaampi ja ongelmiaakin syntyy. Lupaukset välittömästä laadun paranemisesta ja prosessien tehostumisesta ovat yleisiä, ja etuja usein luvataan pelkästään jo teknologiaa päivittämällä. Granlundin mukaan tätä väitettä tulisi tutkia kriittisesti ja enemmän johdon laskentatoimen näkökulmasta. (Granlund 2011.)

1.2 Tutkimustavoitteet ja aiheen rajaaminen

Tässä tutkielmassa käsitellään lohkaketjuteknologian asemaa, kytkeytymistä sekä vaikutuksia yritysten taloushallinnon tietojärjestelmiin. Tutkielman tavoitteena on tiivistää sekä päivittää nykyisen tutkimuskirjallisuuden tietoa lohkaketjujen aiheuttamasta muutoksesta taloushallinnon tietojärjestelmien toimintaan. Tutkimuksen toisena tavoitteena on tuottaa päivitetty näkemys lohkaketjuteknologian yhdistymisestä nykyisiin järjestelmiin. Älysovimuksissa ja hajautetuissa oraakkelipalveluissa viime vuoden aikana tapahtunut merkittävä kehitys puuttuu tai on nykyiseen merkitykseen nähden aliedustettuna aikaisemmissa tutkimuksissa. Älysovimukset ja oraakkelit ovat lohkaketjuteknologian toiminnan kannalta oleellisia. Tutkimuksessa verrataan lohkaketjujen ja nykyisten taloushallinnon tietojärjestelmien yhteensopivuutta ja mahdollisia ristiriitoja.

Onnistuessaan tutkimus tarjoaa kokonaiskäsityksen, kuinka lohkoketjut kytkeytyvät nykyisiin taloushallinnon tietojärjestelmiin ja minkälaisia institutionaalisia paineita lohkoketjuteknologia mahdollisesti aiheuttaa organisaatiossa. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Miten lohkoketjut muuttavat ja yhdistyvät taloushallinnon tietojärjestelmiin?
- Minkälaisia institutionaalisia paineita lohkoketjuteknologia aiheuttaa organisaation taloushallinnon tietojärjestelmissä?
- Mitkä institutionaalisen ympäristön muutokset tukevat lohkoketjuteknologian yleistymistä?

Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia minkälaisia muutoksia lohkoketjujen hyödyntäminen aiheuttaa organisaation taloushallintoon ja taloushallinnon tietojärjestelmiin. Ennakoitavissa on muutoksia liiketoiminnassa ja olemassa olevissa käytännöissä. Organisaation prosesseissa, strategiassa ja rakenteessa on oletettavissa myös laajempia muutoksia. Maailmanpankin (2021) mukaan COVID-19-pandemia on kiihdyttänyt digitaalisten palveluiden kysyntää. Maailmanpankki (2021) ennustaa myös digitalisaation kehityksen jatkuvan tulevaisuudessa kiihtyvänä.

Lohkoketjujen adaptaatiota pohjustetaan organisaation tietojärjestelmien käsittelyllä. Organisaatiot ovat integroineet tietojärjestelmät osaksi taloushallintoa, mutta eivät välttämättä osaa vielääkään hyödyntää nykyisten järjestelmien koko potentiaalia, vaan yritykset ovat lukkiutuneet taustalla piileviin vanhoihin käytäntöihinsä. Liian usein laskentatoimen näkökulmasta tietojärjestelmät ovat jääneet sivurooliin tutkimuksissa ja nähdään puhtaasti vain tukitoimintona. Johdon laskentatoimi, taloushallinto, organisaation kontrollit ja tietoteknologia muodostavat monisyisen ja kompleksisen rakenteen, jonka yhteisvaikutuksia on tutkittu vähän. Taloushallinnon ja johdon laskentatoimen on pysyteltävä valppaana, sillä tulevaisuuden teknologiat voivat tuottaa mahdollisuuksien ohessa uusia ongelmia käytäntöihin, joita ei ole aikaisemmin edes esiintynyt. Johdon laskentatoimen ja taloushallinnon näkökulmasta on erityistä tarvetta tutkia uusia taloushallinnon tietojärjestelmiä. (Granlund 2011.)

Edeltäviä tutkimuskysymyksiä tarkastellaan johdon laskentatoimen näkökulmasta hyödyntäen organisaatiomuutoksen teorioita. Tarkastelu tapahtuu vanhan institutionaalisen teorian (old institutional economics) ja uusinstitutionaalisen teorian (new institutional economics) kautta. Institutionaalinen teoria selittää, esimerkiksi miksi saman markkinasegmentin organisaatiot alkavat muistuttamaan toisiaan ajan kuluessa ja miksi muutos

organisaation laskentatoimen käytännöissä on muutos myös organisaation rutiineissa ja rakenteessa.

Yksittäiset taloushallinnon prosessit jätetään käsittelyn ulkopuolelle, sillä taloushallinnon prosesseita on lukuisia ja niiden rakenne ja merkitys voi vaihdella organisaatiosta toiseen. Tämän tutkielman aiheen ja tarkastelun mielekkyyden kannalta fokus käsittelyssä painottuu erityisesti taloushallinnon tietojärjestelmien näkökulmaan, josta saadaan lohkokeijujen käsittelylle vertailukohtaa ja pystytään havainnoimaan, miten lohkokeijut rinnastuvat tietojärjestelmiin.

Tutkielman ulkopuolelle rajataan lohkokeijuteknologian osalta toiminta virtuaaliluuttana, jota on jo tutkittu omana aiheenaan runsaasti. Eettinen näkökulma täydellisestä läpinäkyvyydestä sekä jatkuvasta seurannasta rajataan myös tutkimuksen ulkopuolelle. Lohkokeijuteknologiasta esitellään muita sovelluksia, jotka ovat taloushallinnon tietojärjestelmään liitettävissä ja korostavat lohkokeijuteknologian uusia toimintamahdollisuuksia osana nykyisiä tietojärjestelmiä. Tutkimuksessa käsitellään myös lohkokeijujen sovellusmahdollisuutta taloushallinnon tietojärjestelmänä, sekä lohkokeijuteknologiaan kohdistunutta kritiikkiä ja nykyisiä ongelmia.

Laajempi tekninen kuvailu rajataan myös tutkimuksen ulkopuolelle tietojärjestelmien ja lohkokeijuteknologian osalta. Lohkokeijuteknologian käsittelyssä on kuitenkin välttämätöntä avata toimintalogiikan teknistä prosessia riittävän ymmärryksen saavuttamiseksi. Ymmärtämisen helpottamiseksi tutkimuksessa esitetään paljon konkreettisia ja yksinkertaisia esimerkkejä.

1.3 Metodologia ja metodit

Tutkimuksessa on tieteenfilosofisesti kriittiseen realismiin viittaavia piirteitä. Realismia on tulkittu eri tieteenaloilla vaihtelevasti, mutta Stedman ym. (2016) määrittelevät realismin pyrkivän tarjoamaan totuudenmukaisimman tulkinnan aineellisista ja aineettomista ilmiöistä hyödyntäen tukena parhaita mahdollisia teorioita. Heidän mukaansa totuus rakentuu vallitsevien teorioiden pohjalta ja tarkentuu jatkuvasti teorioiden kehittyessä. Darnemark ym. (2002) näkevät todellisuuden tulevan ilmi sosiaalisissa rakenteissa ja rakenteiden muutoksessa.

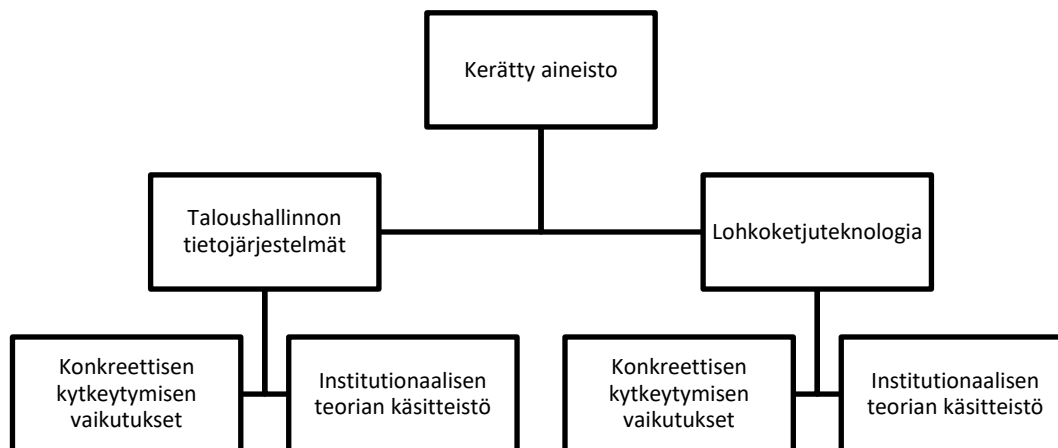
Tieteenfilosofisesta näkökulmasta tutkielmassa on myös strukturalistisia elementtejä. Strukturalismille on eri määritelmät kielitieteessä ja psykologiassa, mutta perusajatuksena on silti rakenteiden muodostama kokonaisuus. (Britannica.com 2020.) Strukturalismin ideana on löytää tutkimuskohteesta rakenteita, jotka tukevat todellisuutta, ja

pyrkivät selittämään tapahtumia rakenteiden perusteella. Strukturalismi on poikkitieteellinen tieteenfilosofia, joka sopii sovellettavaksi eri tutkimuksiin. (Newworldencyclopedia.org 2020.)

Tämä tutkimus suoritetaan kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Salmisen (2011) mukaan kirjallisuuskatsaus kuuluu kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen väli- maastoon riippuen toteutustavasta. Hän käsittää kirjallisuuskatsauksen olevan tutkimusten tutkimista. Eriksson ja Kovalainen (2008) mieltävät kirjallisuuskatsauksen ja sisäl- lönanalyysin olevan yksi tyypillinen menetelmä liiketaloustieteen laadullisissa tutkimuk- sissa. Laadullinen tutkimus, ja erityisesti kirjallisuuskatsaus, mahdollistavat aineiston koostamisen muiden keräämästä datasta, joka on jo asianmukaisesti dokumentoitu (Ala- suutari 2011).

Kirjallisuuskatsauksen etuna on tutkimusaiheen tarkastelu piittaamatta tieteenalojen rajoista. Kirjallisuuskatsauksen yhtenä tavoitteena on rakentaa kattavampaa kokonaisku- vaa tutkittavasta asiasta. Kirjallisuuskatsaus ei ole yleisin tutkimusmetodi, sillä se on pro- sessina työläs ja vaativa. (Salminen 2011.) Tutkimus pyrkii olemaan selittävä ja kuvai- leva, mutta samalla tutkijan havainnot tai niiden puuttuminen valitusta kirjallisuudesta vaikuttavat tutkimuksen lopputulokseen. Kirjallisuuden osalta tutkijan subjektiiviset va- linnat nousevat esille, jolloin yksilö muodostaa tulkinnan todellisuudesta ja näkymättö- mistä rakenteista (Phillips 2009).

Salmisen (2011) luokitteluun kirjallisuuskatsauksista verraten, voidaan todeta tämän tutkimuksen edustavan kuvailevaa sekä integroivaa kirjallisuuskatsausta, jonka tavoit- teena on tiedon tarkastelu ja kriittinen arviointi. Integroiva kirjallisuuskatsaus sallii tutki- jan valikoivan sisällytettävän kirjallisuuden vapaammin, eikä rajoita valintoja yhtä tiu- kasti kuin systemaattinen kirjallisuuskatsaus (Salminen 2011). Tutkimukseen valittu kir- jallisuus pohjautuu pääosin Volter- ja Scopus-tietokannan hakuihin, sekä ajankohtaisiin julkaisuartikkeleihin. Kuvio 1 esittää tutkimuksen aineiston hakemisen, purkamisen sekä tutkimuksen rakentumisen. Aineiston valintakriteerinä oli käsitteiden ja teemojen esiin- tyminen aineistossa. Institutionaalisten teorioiden käsitteistö rakentui Granlundin ja Lu- kan (1998b) sekä Burns ja Scapensin (2000) viitekehyksien pohjalta, mitä havainnol- listetaan luvussa 2.1 ja luvun 2 kuvioissa esiintyvällä termistöllä.



Kuvio 1 Tutkimuksen rakentuminen ja analyysikategoriat teemoittain

Kerätty ja hyväksytty aineisto jaoteltiin teeman perusteella taloushallinnon tietojärjestelmään tai lohkoketjuteknologiaan. Analyysikategorioista tarkastelu etenee kirjallisuudessa havaittuihin konkreettisiin vaikutuksiin kytkeytymisen osalta, jaettuna sisäisiin ja ulkoiisiin vaikutuksiin. Analyysissa löydettävät havainnot koostetaan joko konkreettisiin vaikutuksiin, kuten järjestelmän muutokseen tai institutionaalista muutosta edustavaan teemaan. Luokitellun aineiston kesken tapahtuu vertailua ja vastakkainasettelua, joka tiivistyy tämän tutkimuksen sisällöksi ja johtopäätöksiksi.

Lohkoketjuteknologian osalta artikkelien valinnassa on korostettu monipuolisia näkökulmia ja eri tutkimusotteita. Lohkoketjuihin liittyvät tutkimusaiheet ovat pääsääntöisesti painottuneet virtuaalivaluuttoihin, pankkijärjestelmään muutoksiin, hintakupliin tai yleisempään esittelyyn. Tutkimukseen valikoitunut lohkoketjuihin liittyvä kirjallisuus ei saanut sisältää virtuaalivaluuttoihin yhdistettäviä sanoja. Ainoana poikkeuksena on Satoshi Nakamoton (2008) tutkimus, joka ensimmäisenä esittelee lohkoketjuteknologian innovaation, ja on siten oleellinen koko lohkoketjujen olemassaolon näkökulmasta. Globaalit tutkimukset ovat yleensä enemmän kvantitatiivisia analyyseja lohkoketjussa liikkuvista transaktioista. Yksityiskohtaisia ja teknisempiä tutkimuksia löytyy myös valitusta aineistosta, kuten Kalodner ym. (2018) ja Juels ym. (2021). Kvalitatiivisia tutkimuksia kuuluu myös kirjallisuuskatsauksen aineistoon, esimerkkinä Nazarovin ja Shuklan (2020) kattava tutkimus lohkoketjujen yhdistettävyydestä muihin teknologioihin. Aineisto kattaa myös instituutioiden oman viestinnän ja tutkimusjulkaisut, kuten Maailmanpankin ja

Euroopan keskuspankin raportit. Laaja-alainen tutkimuskirjallisuus eri näkökulmista mahdollistaa monipuolisemman käsittelyn ja kattavamman ymmärryksen tutkimusaiheesta.

Taloushallinnon ja laskentotoimen tietojärjestelmiin liittyvää kirjallisuutta, käsitellään aluksi yleisellä tasolla, esimerkkeinä Lahti ja Salminen (2014). Laskentatoimen tietojärjestelmien vaikutuksien ja institutionaalisen ympäristön muospaineiden kirjallisuutta tutkimuksessa edustavat Quattrone ja Hopper (2001), Scapens ja Jazayeri (2003), Granlund ja Malmi (2004) sekä Appelbaum ym. (2017). Tietojärjestelmiä koskeva kirjallisuus on osittain valittu tarkoituksella vuosituhanen alusta, jolloin epävarmuutta oli vielä Internetin vaikutuksista yhteiskunnassa. Tietojärjestelmien osalta valikoitua kirjallisuutta painotettiin myös institutionaalisen käsitteistön näkökulmasta.

Kerätystä kirjallisuudesta suoritettava sisällönanalyysi on systemaattinen ja jatkuva tiedon yhdistämisen prosessi, johon vaikuttavat valittu teoreettinen viitekehys, havainnot kirjallisuudesta ja tutkijan oma analyysi (Salminen 2011). Aineiston analyysi on jatkuva prosessi, joka alkaa jo aineistoa ensimmäistä kertaa lukiessa, jolloin tavoitteena on saavuttaa ymmärrys kokonaiskuvasta. Analyysi etenee sykleittäin, muttei ole rajoittunut etukäteiseen tiukkaan luokitteluun aikaisempaan teoriaan pohjaten, vaan luokittelu voi elää vielä tutkimuksen kehittyessä. Sisällönanalyysi on oiva tutkimusmenetelmä vertailuun ja vastakkainasetteluun, ja tässä tutkimuksessa verrataan lohkokeituteknologiaa nykyisiin taloushallinnon tietojärjestelmiin. Analyysia toistetaan artikkeleissa, kunnes aineistosta ei enää löydy teemoihin sopivaa uutta näkökulmaa. (Seitamaa-Hakkarainen 2021.) Tuomen ja Sarajärven (2018) mukaan analyysissa valittu teoria toimii apuna ja ohjaa analyysia, mutta johtopäätökset eivät perustu pelkästään aiempaan teoriaan.

Tutkimuksessa hyödynnettävät teoriat pohjautuvat Giddensin (1984) strukturaatio-teoriaan sekä DiMaggion ja Powellin (1983) institutionaalisen isomorfismin teoriaan. Institutionaalisen teorian osalta hyödynnetään Burnsian ja Scapensin (2000), Barleyn ja Tolbertin (1997), sekä Granlundin ja Lukan (1998b) institutionaaliseen teoriaan pohjautuvia viitekehysjä johdon laskentatoimen muutoksesta. Tutkimuksen linssi on vanhan institutionaalisen teorian mukaisesti mikrotasolla ja uusinstitutionaalisen teorian mukaisesti makrotasolla. Teoria mikrotasolla selittää johdon laskentatoimen prosessien olevan kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa organisaation rakenteen, sääntöjen ja rutiinien kanssa, jolloin muutos prosesseissa vaikuttaa myös organisaation sääntöihin sekä rutiineihin. Makrotasolla tarkastelu osoittaa miksi ja miten organisaatiot muuttuvat enemmän toisensa kaltaisiksi.

1.4 Tutkielman rakenne

Tutkielma koostuu kuudesta luvusta. Toisessa luvussa esitellään tutkimuksessa käytettävät teoriat, instituutionaalinen teoria sekä institutionaalinen isomorfismi, jotka molemmat täydentävät toisiaan ja toimivat siten tutkimuksen olennaisena metoditeoreettisena viitekehyksenä. Lukka ja Vinnari (2014) viittaavat metoditeorian tarkoittavan tarkastelun linssiä, johon tutkimuksessa keskeinen käsitteistö pohjautuu. Metoditeorian tavoitteena on tuottaa uusia näkökulmia tutkittavaan asiaan.

Luvussa kolme käsitellään aluksi yleisemmin lohkoketjuteknologiaa ja sen toimintalogiikkaa, jotta saadaan riittävä ymmärrys sen toiminnasta, sillä toiminnan ymmärtäminen on keskeistä abstraktissa ja vaikeassa aiheessa. Alaluvuissa esitellään älysovimuksia ja oraakkeliiongelmaa, jotka ovat oleellinen osa lohkoketjuteknologiaa ja sen tulevaisuuden kehitystä. Nykyisiä sovellutuksia käsitellään hyötyjen ja haittojen kautta, jotta teknologian potentiaali tulee paremmin esille.

Neljännessä luvussa käsittelyä pohjustetaan taloushallinnon tietojärjestelmien yleisemmällä esittelyllä sekä tarkastelua, kuinka taloushallinnon tietojärjestelmät kytkeytyvät organisaatioon ja mihin tehtäviin tietojärjestelmät osallistuvat organisaatiossa. Taloushallinnon tietojärjestelmien käsittely luo pohjaa lohkoketjuteknologialle ja lisää vertailtavuutta. Luvussa 4.3 tarkastellaan lohkoketjujen käytännönläheisempää kytkeytymistä taloushallinnon tietojärjestelmiin. Kytkeytymisen teeman tiivistää alaluvun 4.4 käsittely lohkoketjuteknologian aiheuttamista vaikutuksista taloushallinnossa ja taloushallinnon tietojärjestelmissä. Luvut kolme ja neljä edustavat tutkimuksen sisältöteoriaa, joka kuvaa aiempaa tietämystä tutkittavasta kohteesta. Lukka ja Vinnari (2014) toteavat etteivät sisältöteoria ja metoditeoria ole absoluuttisesti rajattuja, sillä niiden välillä on vahva yhteys, joka vaihtelee käytön perusteella.

Viides luku edustaa aiemman tietämyksen ja analysoidun kirjallisuuden nivoutumista tutkimuksen ydinsisällöksi. Käsittely rakentuu sisältöteorian ja metoditeorian yhteiseen näkökulmaan, jonka avulla tarkastellaan nykyisten taloushallinnon tietojärjestelmien institutionaaliset muutospaineeet, jota seuraa edellytykset muutoksille institutionaalisessa ympäristössä, jotta lohkoketjuteknologia yleistyisi todennäköisemmin. Lopulta teemat nivoutuvat yhteen lohkoketjuista heijastuviin institutionaalsiin paineisiin. Viides luku sisältää lohkoketjujen kirjallisuuden yhdistämisen aiempaan teoriaan, tarkoituksena on havainnoida sisältöteorian ja metoditeorian toteutumisen yhteyttä ja vuorovaikutusta. Tutkimuksen viimeisessä, kuudennessa, luvussa tiivistetään johtopäätökset tutkimuksen

tuloksista, esitetään arvio tutkimuksen luotettavuudesta ja esitellään aiheita mahdollisille jatkotutkimuksille.

2 INSTITUTIONAALISET TEORiat JA ISOMORFISMI

2.1 Institutionaalisen teorian tausta ja keskeiset käsitteet

Dillard ym. (2004) toteavat institutionaalisten teorioiden vakiinnuttaneen asemansa dominoivana teoriana organisaatioiden muutoksen tutkimuksissa. Institutionaalinen teoria on saanut alkunsa sosiaalitieteistä, mutta yhä etenevässä määrin sitä on hyödynnetty myös laskentatoimen tutkimuksissa. Institutionaalinen teoria on jakautunut kolmeen eri suuntaukseen, vanhaan institutionaaliseen teoriaan, uusinstitutionaaliseen teoriaan ja uusinstitutionaaliseen sosiologiaan¹. Greenwood ja Hinings (1996) näkevät vanhan institutionaalisen teorian ja uuden institutionaalisen teorian jakavan samoja elementtejä, eikä niitä ole tarvetta erottaa toisistaan. Tässä tutkimuksessa uusinstitutionaalinen teoria kuvaa organisaatiot joukkona ulkopuolisten paineiden alaisena ja vanha institutionaalinen teoria keskittyy enemmän yksittäisen organisaation sisäisten rakenteiden muutoksiin.

Uusinstitutionaalisen teorian mukaan ulkoiset tekijät vaikuttavat organisaatioihin, kuten yhteiskunnassa vallitsevan kulttuurin perusarvot. Makrotasolla uusinstitutionaalinen teoria huomioi institutionaalisia muospaineita, jotka muovaavat itsestään selvyystenä otettuja arvoja ja määrittävät kriteereitä toiminnalle. Friedland ja Alford (1991) toteavat, että läntistä maailmankatsomusta määrittävät keskeisessä voima-asemassa olevat institutioituneet uskomukset, etenkin vapaat markkinat ja kapitalismi, demokratia sekä byrokraattiset hallintorakenteet. Esimerkiksi Max Weberin byrokratian ihannemallia pidettiin ideaalisen tehokkuuden huippuna, jota kohti organisaatioiden olisi rationaalisesti pyrittävä. Byrokratian ihannemallissa instituution säännöt ovat kaikille tasapuoliset määrittäen työn jokapäiväiset rutiinit. Organisaatioissa formaalit rakenteet edelleen edustavat byrokratian ihannemallin pitkälle rationalisoituja rakenteita. (DiMaggio & Powell 1983.) Yksilöt, organisaatiot ja yhteiskunta sosiaalisia rakenteita muokkaavia tekijöitä, mutta ovat samalla myös niitä rajoittavia tekijöitä.

Ulkoisten paineiden sekä arvojen lisäksi sisäiset ja sosiaalisesti rakentuneet tekijät vaikuttavat myös organisaatioon. Burns ja Scapens (2000) liittävät institutionaalisen teorian laskentatoimeen tutkimuskirjallisuuteen tutkimalla muutosta johdon laskentatoimen käytännöissä, jotka muuttavat organisaation rutiineita ja rakenteita. Heidän mukaansa institutionaalisen teorian tarkoituksena on pyrkiä selittämään vallitsevien instituutioiden

¹ Käsitteilyn ulkopuolelle rajataan institutionaalisen teorian osalta uusinstitutionaalisen sosiologian suuntaus.

muokkaavan käytäntöjä ja instituutioiden itse muokkaantuvan samalla. Heidän viitekehksensä taustaoletuksena on Giddensin strukturaatioteoria. Giddensin (1984) mukaan rakenteet ovat samanaikaisesti välikappaleita sekä lopputuloksia (duality of structure), esimerkiksi ajan kuluessa muutokset kulttuurissa tuottavat uusia arvoja, uskomuksia ja sääntöjä, jotka muokkaavat asteittain käytännön toimintaa (Granlund & Lukka 1998b).

Institutionaalinen teoria käsittelee myös mikrotason muutoksia pysyväksi katsotuissa arvoissa sekä uskomuksissa, jotka ilmentyvät organisaatiossa toiminnan sääntöinä ja rutiineina. Vanhan institutionaalisen teorian taustaoletuksena on johdon laskentatoimen järjestelmien muodostuvan vakiintuneista säännöistä ja rutiineista, mutta myös ymmärryksestä, että säännöt ja rutiinit ovat muutokselle alttiita. Instituutioiden muutos voidaan nähdä myös prosessina. (Burnsin & Scapensin 2000.) Uudet tietojärjestelmät ja käytännöt voivat luoda jännitteitä ja ristiriitoja olemassa oleviin sääntöihin ja rutiineihin.

Institutionaalinen teoria sisältää runsaasti käsitteitä. Ensinnäkin instituutiota käsitteenä käytetään runsaasti, sillä instituutio voidaan ymmärtää kahdella eri tavalla. Ensimmäiseksi instituutio on merkittävä organisaatio, jolla on spesifi rooli yhteiskunnassa, kuten pankki tai yliopisto. Toiseksi se on tapa toimia tai järjestelmä, joka on säilynyt pitkiä aikoja ihmisten käyttäytymisen osana. (Oxfordin sanakirja 2021.) Institutionaalisen teorian näkökulmasta Burns ja Scapens (2000) toteavat instituution olevan vakiintunut ja itsestäänselvyytenä pidetty asia, joka on rakentunut isompien ihmisjoukkojen toimintatapoihin.

Barley ja Tolbert (1997) toteavat instituution edustavan jaettuja ja pysyviä arvoja, jotka kategorisoivat sosiaalisten toimijoiden sallittuja aktiviteetteja. Jaetut arvot ohjaavat ja rajoittavat toimijoiden välisiä arvosuhteita sekä käyttäytymistä, mutta arvot ovat kuitenkin alttiita muutokselle ajan kuluessa. Jaetut arvot ja arvovaltasuhteet muodostavat rakenteita organisaatioon. Granlund ja Lukka (1998a) toteavat organisaation koostuvan sosiaalisista rakenteista, muodostuen työntekijöiden oppimista normeista ja arvoista, joita ylläpidetään jatkuvasti organisaation sisäisissä kanssakäymisissä. Barley ja Tolbert (1997) täydentävät näiden sosiaalisten rakenteiden olevan organisaation kasassa pitävä verkko. Instituutiot rakentuvat siis yhteistyön rakenteiden ja käyttäytymistä ohjaavien mekanismien päälle, jotka esiintyvät sääntöinä ja rutiineina.

Säännöt ovat kirjatut ohjeet ja hyväksytyt käyttäytymismallit tavoitellusta toiminnasta, joita henkilöstön edellytetään noudattavan. Säännöt ovat välttämättömiä toiminnan tehokkaan koordinoinnin kannalta. Burnsin ja Scapensin (2000) mukaan säännöt ovat oleellinen osa instituutiota, sillä ne luovat organisaation sisälle formaalin järjestyksen ja

yksinkertaistavat vaadittua toimintaa asettamalla selvät rajat. Sääntöjä voidaan ymmärtää kuitenkin väärin, mikä johtaa vääriin toimintamalleihin ja aiheuttaa muutoksia käytäntöihin. Säännöt voivat kokea myös vastustusta, eikä käytäntö aina edusta sääntöjen määrittämää hyväksyttävää toimintaa.

Hyväksytyt toimintamallit leviävät organisaation sisällä ja adaptaatio vallitsevaan toimintaan tapahtuu tietoisesti tai tiedostomatta johtaen säännölliseen tapojen toistamiseen. Organisaatiossa rutiinit edustavat laajemman ryhmän hyväksymiä toimintatapoja (Carruthers 1995). Rutiinit ovat totuttuja tapoja, jotka ohjaavat kaavamaisesti kollektiivisen ryhmän toimintaa sekä ajatuksia. Rutiinit ovat epämuodollisia ja vakiintuneita toimintamalleja jokapäiväisestä työstä. Rutiinit ovat voineet syntyä tahattomasti tai tarkoituksella, ja ne voivat muodostua jopa virallisia sääntöjä vastaan (Burns & Scapens 2000).

Säännöt sekä rutiinit liittävät instituutiot ja käytännön toiminnan toisiinsa, jolloin Burns ja Scapensin (2000) mukaan sääntöjen sekä rutiinien välillä voidaan havaita kaksisuuntainen vaikutussuhde. Uudet säännöt organisaatiossa vaikuttavat nykyisiin sääntöihin ja rutiineihin, mutta uusien sääntöjen käyttöönottamisessa syntyy samalla uusia rutiineja. Burns ja Scapensin (2000) mukaan syntyvät rutiinit voivat erota alkuperäisistä säännöistä, mutta rutiinien ollessa keskinäisesti voimakkaampia instituution rajoittamassa rationaalisuudessa², on sääntöjä mahdollista muokata rutiinien perusteella.

Organisaation rutiinit ovat näkyvän sekä hiljaisen tiedon hiomia prosesseja, jotka auttavat organisaatiota selviytymään, mikäli se onnistuu muuttamaan rutiinejaan kohdattaessaan muutoksia (Scott 2008). Rutiinien muuttumista voi olla kuitenkin vaikea havaita muutoksen ollessa käynnissä. Barley ja Tolbert (1997) mainitsevat instituution muutoksen olevan jatkuva prosessi, jota voi tarkastella helpoiten ajan kuluttua.

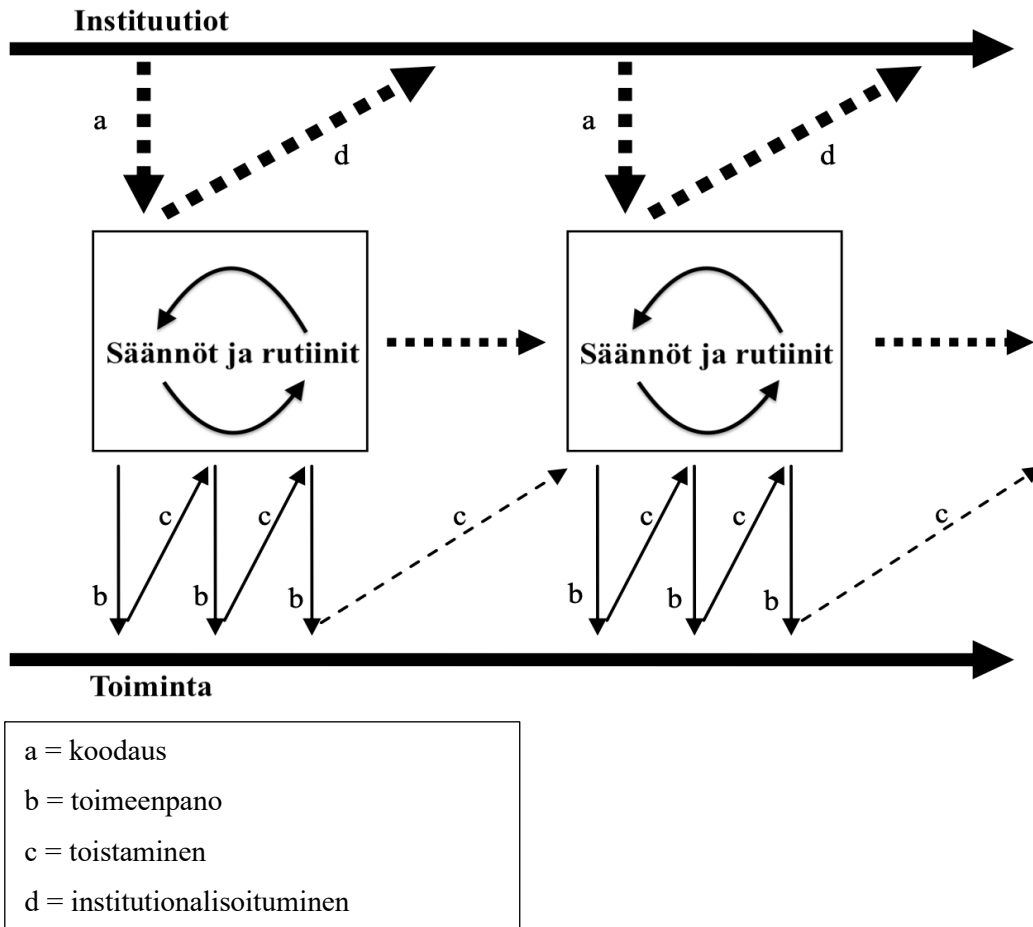
Taloushallinnon näkökulmasta institutionaalinen teoria ilmenee laskentatoimen käytäntöinä. Laskentatoimen käytännöt ja taloushallinnon teknologiset ratkaisut muodostavat kokonaisuutta, joka legitimoii organisaatiossa rakenteen. Organisaation muodollinen rakenne pohjautuu loogisiin toimintamalleihin, prosesseihin, sääntöihin sekä laskentatoimen tietojärjestelmiin. (Carruthers 1995.) Burns ja Scapensin (2000) mukaan organisaatioissa taloushallinnon tietojärjestelmä edustaa sääntöjä. Rutiineita vastaavasti edustaa laskentakäytännöt, jotka ovat käytössä.

² Rajoittuneella rationaalisuudella (bounded rationality) tarkoitetaan pyrkimystä tehdä rationaalinen päätös, mutta päätöksenteossa vaihtoehtoja rajaa informaation rajallisuus ja aiemmin tehdyt valinnat, jotka yhdessä vaikuttavat päätöksen lopputulokseen (Cristofaro 2017).

Organisaation ulkopuolisessa yhteiskunnassa esiintyvät ja hyväksytyt uskomukset ovat erittäin kompleksisia rakenteita, joiden paikkansapitävyyteen laajasti uskotaan, yleensä näitä uskomuksia ei kyseenalaisteta, kuten asiantuntijuus, sopimukset ja organisaation vallitsevat käytännöt. Friedlandin ja Alfordin (1991) mukaan vallitsevat uskomukset legitimoivat asemaansa olemalla joko rationaalisesti tehokkaita käytäntöjä tai lakiin kirjoitettuja. Toimintaa ohjaavien uskomuksien lisäksi Barley ja Tolbert (1997) toteavat, että ihmisten toimintaa ohjaa myös toimijoiden subjektiivinen käsitys, kuinka asioiden tulisi olla.

2.2 Institutionaalinen muutos prosessina

Burns ja Scapens (2000) tutkivat johdon laskentatoimen muutosta prosessina. Heidän viitekehyksensä instituution muutoksesta pohjautuu Giddensin (1984) strukturaatioteoriaan, joka kuvaa rakenteiden suhdetta ihmisten ja sosiaalisten järjestelmien välillä. Strukturaatioteorian mukaan järjestelmät eivät ole itse rakenteita, mutta järjestelmät muodostavat rakenteita sosiaalisten toimijoiden kautta. Barleyn ja Tobertin (1997) mukaan sosiaaliset toimijat ohjaavat ihmisten toimintaa ajan kuluessa ja siten dynaamisesti muokkaavat instituutioita. Ihmisten toiminta ylläpitää sosiaalisia rakenteita, mutta ihmisten toiminnalla on valta myös uudistaa vakiintuneita uskomuksia.



Kuvio 2 Institutionalisoituminen prosessina (ks. Burns & Scapens 2000)

Kuvio 2 mukailee Burns ja Scapensin (2000) sekä Barnleyn ja Tolbertin (1997) tulkintaa institutionalisoitumisesta ajan vaikutuksen alaisena. Aika etenee kuviossa lineaarisesti vasemmalta oikealle, ylä- ja alareunan tummennetut viivat kuvaavat instituution ja toiminnan kumulatiivista muutosprosessia ajan kuluessa. Kuvion keskellä säännöt ja rutiinit ovat keskenään vuorovaikutuksessa ja kytkevät instituutiot toimintaan. Nuolet a ja b ovat synkronisia, eli kuvaavat samanaikaista muutosta. Diakronista, eli eriaikaista muutosta kuvaavia nuolia ovat c ja d. Nuolten esiintymistaajuus kuvaa instituution muutoksen hitautta verrattuna käytännön toiminnan muutokseen, joka on suhteessa nopeampaa.

Nuoli a on koodaus (encoding), joka kuvaa institutionalisoituneiden arvojen muutosta säännöiksi ja rutiineiksi. Nykyiset jo olemassa olevat rutiinit heijastavat oletettuja arvoja ja voimasuhteita, jotka muodostavat oman vuorovaikutuksellisen suhteensa kuvion keskellä. (Burns & Scapens 2000.) Barley ja Tolbert (1997) näkevät institutionalisointiprosessin pätevän myös teknologioihin ja sen asettamiin rajoitteisiin, jolloin teknologiat vahvistavat käyttäjiä toimimaan järjestelmän edellyttämällä tavalla.

Nuoli b, eli toimeenpano (enacting), institutionalisoitumisen prosessissa ilmenee tietoisena tai tiedostomattamana rationaalisen perusteluna käytön oikeutukselle, joka voidaan ymmärtää esimerkiksi käsityksenä, että uusi tietojärjestelmä lisää toiminnan tehokkuutta (Barley ja Tolbert 1997). Burns ja Scapens (2000) näkevät prosessin vaiheen sääntöjen sekä rutiinien ja toimijoiden välisenä kommunikaationa, jossa toimijat aluksi tarkkailevat toimintamalleja ja hiljaisesti hyväksyvät rutiinit.

Nuoli c, toistaminen (reproduction) ilmenee käyttäytymisen toistuvuutena ja rutiinien lisääntymisenä. Väärinkäsitykset rutiineissa voivat johtaa tiedostamattomaan muutokseen, mutta ne eivät todennäköisesti aiheuta muutoksia instituutioissa. Rutiinien jäljitely voi aiheuttaa muutoksia vuorovaikutuksessa organisaation sääntöjen kanssa. (Burns & Scapens 2000.) Barleyn ja Tolbertin (1997) mukaan tiedostettu rutiinien muokkaaminen, esimerkiksi uuden teknologian implementoinnin seurauksena, johtaa todennäköisesti instituutioiden muutokseen, sillä toimijat näkevät eri tavalla kuinka hyväksytyjen arvojen tulisi olla.

Nuoli d, institutionalisoituminen (institutionalisation) kuvaa prosessin viimeistä vaihetta, jossa aiemmin muovaantuneet säännöt ja rutiinit muuttuvat instituutioksi, jotka aloittavat lopulta koko prosessin alusta. (Burns & Scapens 2000.) Barley ja Tolbert (1997) toteavat sosiaalisen käytöksen olevan koko prosessin keskiössä, mikä ratkaisee ryhmien muodostamat arvot ja käsitykset tavoitellusta käyttäytymisestä. Mitä vahvempana arvot koetaan, sitä enemmän instituutiot ovat muutosta vastaan.

Lukan (2007) mukaan Burns ja Scapensin kuvaama muutosprosessi ja instituutioiden stabiilius voivat esiintyä samanaikaisesti. Formaaliset säännöt ja epämuodolliset rutiinit voivat olla keskenään ristiriidassa muodostaen löyhiä sidoksia³, jotka mahdollistavat organisaation toiminnan normaalisti lyhyellä ajanjaksolla. Rationaaliset ja epärationaaliset käytännöt prosesseissa voivat toimia ja elää hetkellisesti rinnakkain, turvaten joustavuutta käytännön toimintaan.

Weick (1976) toteaa löyhien sidoksien esiintyvän todennäköisemmin organisaatioissa, joissa on ongelmia sääntöjen ja standardoidun toiminnan välillä. Löyhät sidokset suojaavat myös organisaatiota äkillisiltä muutoksilta legitimoiden formaaleita sääntöjä pitäen epäviralliset rutiinit käytännössä. Pidemmällä aikavälillä sääntöjen ja rutiinien irrottautuneisuus (decoupling) tuottaa ongelmia käytäntöön, sillä ne ovat kestäättömiä ja

³ Löyhä sidoks voi syntyä organisaatiossa sääntöjen ja rutiinien ristiriidan välillä, joka kuitenkin mahdollistaa organisaation toiminnan lyhyellä aikavälillä, selittäen muutoksen ja pysyvyyden samanaikaisuutta (Lukka 2007).

saattavat aiheuttaa vakaviakin seurauksia, mikäli organisaatiossa vältellään toiminnallisia muutoksia liian pitkään. (Lukka 2007.)

Instituutiot ovat monimutkaisia sosiaalisia kokonaisuuksia, jotka muovautuvat siis toimijoiden käytöksen, itsestäänselvydeksi koettujen arvojen, sekä rutiinien ja sääntöjen vuorovaikutuksessa. Organisaatiot edustavat yhteiskunnassa vallitsevia arvoja ja sääntöjä, jotta ne voivat selviytyä kilpailukykyisenä. Organisaation käytännöt hiljalleen irtaantuvat ennakko-odotuksista muodostaen löyhiä sidoksia organisaation ylläpitäessä formaalia rakennetta ja täyttäen yhteiskunnan odotukset. Scott (2008) toteaa institutionalisoitumisen olevan aikaa vievä muutos organisaatiossa. Institutionaalinen muutos heijastelee organisaation arvoja, historiaa ja organisaation henkilöstön uskomuksia pidemmältä ajanjaksolta. Scott (2008) toteaa instituutioiden rajoittavan käyttäytymistä, mutta samanaikaisesti vahvistavan haluttua käyttäytymistä.

2.3 Institutionaalinen isomorfismi

Isomorfismille ei ole olemassa yhtä vakiintunutta määritelmää, vaan yleensä tutkijat ovat kuvailleet sitä enemmän toimintana, esimerkiksi Currie (2012) tarkoittaa isomorfismilla ilmiötä, jossa organisaatiot muuttuvat muistuttumaan toisiaan toimiessaan samassa ympäristössä ja altistuen samoille muutoksille ympäristön rakenteessa. Isomorfismilla yleisesti käsitetään yhteneväistä suuntausta käytäntöjen ja vallitsevan ympäristön välillä ja sen voidaan ymmärtää syntyvän muutospaineesta.

Isomorfismin syntymistä selittää organisaatioiden alkavan hiljalleen omaksumaan kilpailijoiden parhaita käytäntöjä osaksi omaa toimintaansa, jolloin organisaatiot usein muuttuvat muistuttumaan toisiaan saadakseen mahdollisimman suuren legitimitetin toiminnalleen sidosryhmiltään (Granlund ja Lukka 1998a). Meyer ja Rowan (1977) selittävät isomorfismin syntyvän kahdella eri tavalla. Ensiksi ympäristö asettaa rajoitetut raamit sosiaalisille rakenteille, joissa organisaatiot muuttuvat samankaltaisiksi, toiseksi organisaatiot heijastavat ja muotoutuvat yhteiskunnan sosiaalisten rakenteiden mukaisesti.

Neoinstitutionaalisen teorian mukaan organisaation isomorfista muutosta kohti suurempaa homogeenisyyttä ei selitä vanhan institutionaalisen teorian mukainen rationaalinen tehokkuuden tavoittelu, erityisesti organisaatioiden ympäristöjen kehittyessä samanaikaisesti ovat organisaatorakenteet pysyneet jäykän byrokraattisina (DiMaggio & Powell 1983). Carruthersin (1995) mukaan läntinen yhteiskunta suosii tiettyjä arvoja ja mikäli organisaatio onnistuu jäljittelemään tai symbolisesti edustamaan kyseisiä arvoja,

ansaitsee se enemmän hyväksyntää eli legitiimiyttä toiminnalleen. Organisaatiot vahvistavat siis toimintansa legitiimiyttä matkimalla ympäristön rakenteita.

Meyer ja Rowan (1977) huomasivat, että organisaatiot reagoivat suoraan sosiaalisen ympäristönsä muutoksiin, vaikka se ei olisi rationaalista tai ei lisäisi toiminnan tehokkuutta. He toteavat organisaation rakenteen heijastavan niiden sosiaalista ympäristöä, myötäillen ajanhetkistä julkista mielipidettä, ja siten nostaen legitimitettä ja lisäten organisaation selviytymistä pidemmällä aikavälillä. Organisaatiot kopioivat formaalit rakenteensa ulkopuolisilta instituutioilta, useimmiten valtiolta, kilpailijoilta, tai muilta menestyneiltä järjestöiltä (Carruthers 1995).

Organisaatioiden isomorfismin voidaan nähdä tapahtuvan ennemmin sosiaalisen ympäristön vuorovaikutuksen kautta, kuin ympäristön liiketoiminnallisten vaatimusten kautta. Tätä näkemystä Zajac ja Kraatz (1993) myötäilevät toteamalla organisaation olevan ympäristön paineiden alla, jotka legitimoivat menestyksekkään organisaation käyttäytymisen ja rakenteen. He lisäävät ympäristön kannustavan omaksumaan legitimoidut toimintamallit, joka osaltaan vahvistaa vakiintuneiden paineiden jatkuvuutta.

Kuviossa 3 Granlund ja Lukka (1998b) laajensivat DiMaggion ja Powellin (1983) alkuperäistä viitekehystä instituutioihin vaikuttavista paineista lisäämällä taloudellisen näkökulman, joka sisältää teknologian kehityksen. Alkuperäinen viitekehys sisältää pakottavat paineet, normatiiviset paineet ja jäljittelevät prosessit. Jälkikäteen tarkasteltuna teknologian rooli on jatkuvasti korostunut yhteiskunnassa. Granlund ja Lukka (1998b) perustelivat lisäystä aiempaan viitekehykseen informaatioteknologian, globalisaation ja tietojärjestelmien kehityksen muokanneen dramaattisesti organisaatioita homogeenisempään suuntaan erityisesti operatiivisesta näkökulmasta.

Isomorfismiin vaikuttavat institutionaaliset paineet			
Taloudelliset paineet: <ul style="list-style-type: none"> • Talouden suhdannevaihtelut ja kriisit • Globaalit markkinat • Edistynyt informaatioteknologia • Globaalit tietojärjestelmät 	Pakottavat paineet: <ul style="list-style-type: none"> • Kansainväliset sopimukset ja lait • Kansainväliset toimijat, kuten EU • Globaalit konsernit 	Normatiiviset paineet: <ul style="list-style-type: none"> • Sosiaaliset velvollisuudet ja käyttäytymisen odotukset • Arvot, säännöt ja roolit määrittävät odotukset 	Jäljittelevät prosessit: <ul style="list-style-type: none"> • Kopioidut parhaat käytännöt menestyneiltä organisaatioilta • Konsultointipalvelut

Kuvio 3 Isomorfismiin vaikuttavat paineet (vrt. DiMaggio ja Powell 1983)

Isomorfismiin vaikuttavat paineet toimivat useimmiten vahvasti toisiinsa kytkeytyneinä. Institutionaalisten paineiden yhteisvaikutukset ovat selvästi havaittavissa, mutta niiden jakaminen yksittäisiin kategorioihin on haastavaa. Esimerkiksi teknologia on riippuvainen useamman paineen yhteisvaikutuksista, mutta samanaikaisesti teknologia vaikuttaa myös useampaan institutionaaliseen paineeseen. Carruthers (1995) toteaaakin teknologisten ja institutionaalisten paineiden muistuttavan toisiaan, jolloin niitä on välillä vaikea erottaa toisistaan.

Taloudelliset paineet (economic pressures) ovat globaaleja voimia, jotka vaikuttavat instituutioihin (Mänttari-Van der Kuip ym. 2018). Muutokset taloudellisessa harmoniassa leviävät äkillisesti ympäri maailman. Taloudellisten kriisien leviämistä edesauttavat verkostoituneet ja toisiinsa kytkeytyneet globaalit taloudet. Vastaavasti nopeaa informaation leviämistä auttaa yhä enemmän verkostoitunut maailma ja eksponentiaalisesti kehittynyt informaatioteknologia, esimerkiksi Internet on muuttanut kilpailun kokonaan globaaliksi ja muovannut runsaasti käsitystä liiketoiminnan rajoista ja mahdollisuuksista. Internetin lisäksi kehittyneet tietojärjestelmät ovat lisänneet organisaatioiden informaation määrää ja nousseet oleelliseksi osaksi organisaatioiden sisäistä toimintaa, aiheuttaen isomorfista painetta instituutioissa, säännöissä ja rutiineissa. Ristiriitaisesti tietojärjestelmät on kuitenkin koettu lähinnä tukijärjestelmänä muille tärkeämmille prosesseille ilman uniikkia kilpailuetua. (Granlund & Lukka 1998b.)

Pakottavien paineiden (coercive isomorphism) takana ovat politiikan ja lainsäädännön vaatimukset, jotka oikeuttavat sekä rajoittavat organisaatioiden toimintaa (Mänttari-Van der Kuip ym. 2018). Organisaatioiden ympäristössä pakottavat paineet voivat olla myös formaaleja tai epäformaaleja, joita yhteiskunta odottaa organisaation edustavan. Pakottavat paineet vastaavat siis legitimitetin asettamaan ongelmaan. (DiMaggio & Powell 1983.) Poliittiset päätökset ja kansainväliset lait aiheuttavat pakottavia paineita organisaatioiden toimintaan. Granlund ja Lukka (1998b) toteavatkin Euroopan Union asettavan direktiiveillään ulkoisia paineita kansainvälisille organisaatioille, mikäli haluavat osallistua Euroopan markkinoille.

Normatiiviset paineet (normative isomorphism) muodostuvat ihmisten käyttäytymisen perusteella ja ne johtuvat käyttäytymisen odotuksista sekä sosiaalisista velvollisuuksista. DiMaggio ja Powell (1983) määrittivät normatiivisten paineiden vastaavan ammatillisuuden ja asiantuntijuuden odotuksiin, joita formaali kouluttautuminen tukee selkeiden roolien osalta. Organisaatiot voivat kohdata myös yllättäen normatiivista painetta uusien teknologioiden kehittyessä ja samalla muokatessa nykyisiä työtehtäviä tai luodessa täysin uusia. Jeyaraj ja Zadeh (2020) toteavat nopean informaatioteknologian kehityksen vaikuttavan koulutuksen rakenteeseen ja asettavan osaamispaineita kouluttautuneille henkilöille.

Jäljittelevät prosessit (mimetic processes) tarkoittavat hyväksi havaittujen käytäntöjen kopioimisen osaksi omaa toimintaa (Mänttari-Van der Kuip ym. 2018). Jäljittelevät prosessit vastaavat erityisesti organisaatioiden kokemaan epävarmuuteen. Organisaatioiden epävarmuus voi syntyä uusien ja disruptiivisten teknologioiden heikosta ymmärtämisestä tai organisaation kokiessa epävarmuutta liiketoimintansa jatkuvuudesta. Jäljitteleviä prosesseja edistävät erityisesti globaalit konsulttitoimistot, joita Granlund ja Lukka (1998b) pitävät merkittävänä toimijana jo todistetusti toimivien käytäntöjen standardoinnissa. Konsulttitoimistot ovat kannustettuja lisäämään liikevaihtoaan välittämällä tietoa sekä palveluitaan mahdollisimman paljon, mikä osaltaan homogenisoi myös organisaatioita.

3 LOHKOKETJUTEKNOLOGIA

3.1 Lohkoketjuteknologian esittely ja toimintaprosessi

Lohkoketjuteknologialle ei ole vielä vakiintunut yhtä eksaktia kuvausta, vaan sen määritelmät ovat eläneet teknologian kehityksen rinnalla. Lohkoketjuteknologian voidaan ymmärtää olevan sateenvarjotermi, kuten hajautettujen tilikirjojen teknologian, kattaen lohkoketjujen lisäksi myös älysopimukset ja oraakkelit. Maailmanpankki (2021) määrittää hajautettujen tilikirjojen teknologian tarkoitettavan samaa lohkoketjujen kanssa sisältäen älysopimukset ja erityyiset lohkoketjusovellukset. Hang ym. (2019) käsittävät lohkoketjun olevan peukaloimaton kirjanpitojärjestelmä transaktioille, joka sisältää kaikki kirjaukset kronologisesti. Johansson (2019, 28–29) toteaa lohkoketjujen olevan tapa tallentaa kirjauksia, jossa verkoston käyttäjät ovat saavuttaneet tietokoneiden avulla matemaattisen konsensuksen kirjausten sisällöstä, ilman ihmisten osallistumista. Äärimmilleen yksinkertaistettuna lohkoketjujen ideana onkin tehdä täysin luotettavia kirjauksia ilman koltamatta osapuolta (Molla & Yigitbasioglu 2019).

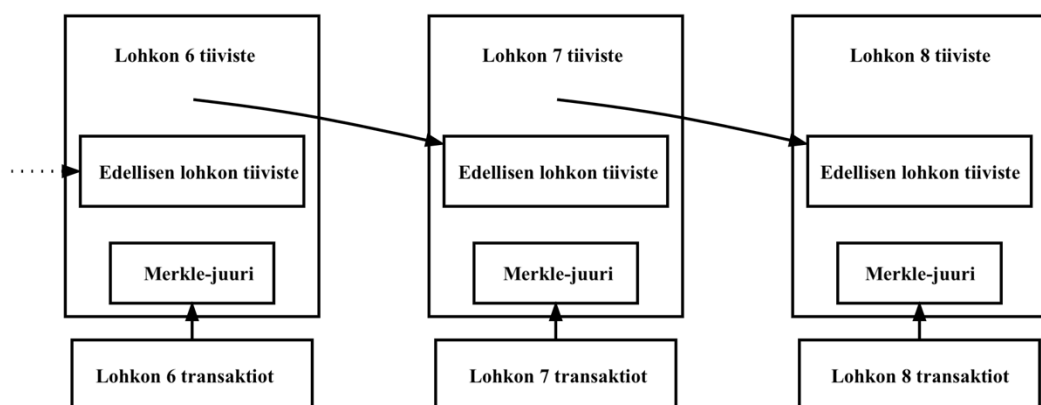
Satoshi Nakamoton kehittämä bitcoin rakentuu ennennäkemättömän matemaattisen luottamusprotokollan päälle, jossa transaktiohistoriat ovat julkisia ja kaikille näkyvissä, mutta samanaikaisesti anonyymeja (Tapscott & Tapscott 2016). Organisaation näkökulmasta lohkoketjut voivat parhaimmillaan tarjota muuttumattoman ja aina paikkansapitävän tietokannan, joka kattaa useampien organisaatioiden operatiiviset ja taloudelliset transaktiot. Hang ym. (2019) mukaan merkittävin ominaisuus on kertaalleen hyväksytyn transaktion pysyvyys ikuisesti tilikirjassa, joka käytännön näkökulmasta ratkaisee luottamuksen dataan.

Lohkoketjuteknologialle odotetaan käyttökohteita erityisesti operatiivisessa liiketoiminnassa, rahoitusmarkkinoilla, vakuutusallalla, media-alalla ja julkishallinnon puolella ja soveltaen kaikkialle, jossa tarvitaan osapuolten välille pitävää luottamusta, sekä halutaan automatisoida nykyisiä prosesseja (Molla & Yigitbasioglu 2019). Salzman (2018b) kuvailee lohkoketjuteknologian innovaationa kaupalliseen sekä poliittiseen ongelmaan. Hiljattain on havahduttu lohkoketjujen mahdollistavan myös täysin digitaaliset identiteetit, jotka suojaavat paperittomia henkilöitä (Maailmanpankki 2021).

Eri lohkoketjut voivat käyttää erilaisia salausmenetelmiä ja eroja on myös toimintaprosesseissa. Lohkoketjut voivat olla avoimia, suljettuja tai yhdistelmiä molempien ominaisuuksista (Maailmanpankki 2021). Yleensä erottavana tekijänä on, saako jäseneksi

liittyä vapaasti sekä osallistua verkon ylläpitoon (Johansson 2019). Tässä tutkielmassa esitellään lyhyesti klassisimman esimerkin eli bitcoinin ja osittain Ethereum-lohkoketjun toimintalogiikkaa, sillä ne ovat tunnetuimmat ja käytöltään suosituimmat avoimet lohkoketjut. Muita tunnettuja lohkoketjuja ovat esimerkiksi Hyperledger Fabric sekä yksityinen lohkoketju Corda (Maailmanpankki 2021). Lohkoketju voidaan mieltää verkkona toimivana alustana, joka on pysyvästi ja luotettavasti kykenevä siirtämään omistajuuden ja arvon osapuolten välillä ilman vahvistusta kolmannelta osapuolelta.

Kuviossa 4 rekisteröintiä odottavista kirjauksista koostuu siirtokulun perusteella yksittäinen lohko, joka voidaan ymmärtää tilikirjana. Transaktiot aikaleimataan ja suojataan kryptografisesti tiivisteiksi, joista lohkon täytyttyä yhdistetään yksi iso tiiviste, jota kutsutaan Merkle-juureksi, joka vastaavasti yhdistetään edeltävään lohkoon syntyneen tiivisteen perusteella. Tiivisteen ja sen sisältämien kirjausten oikeellisuus vahvistetaan matemaattisesti, jolloin vain yksi tietty tiiviste on sopiva edeltävään lohkoon ja syntyvä ketju on kuin palapeli, joka sisältää koostettuna kaikkien edellisten lohkojen tiivisteet. Tiivisteet ovat yksilöllisiä, eikä useammalla transaktiolla voi olla samaa tiivistettä. Lohkon ja transaktion tiiviste muuttuisi, mikäli yksittäisessä kirjauksessa aika, vastaanottaja tai summa muuttuisi, mikä aiheuttaa yksittäisen kirjauksen peukaloinnin jälkikäteen lähes mahdottomaksi. Suojausmekanismi perustuu äärimmäisen monimutkaiseen kryptografiseen tiivisteiden salakirjoitukseen ja matemaattiseen arvoituksen ratkaisemiseen, tarkempi toimintaprosessi ja -logiikka Nakamoton (2008) julkaisussa. Tiivistefunktion ja lohkojen syntymekanismin osittainen ymmärtäminen on erittäin oleellinen osa ymmärrystä lohkoketjuista.



Kuvio 4 Lohkon rakentuminen ja liittäminen yksinkertaistettuna (vrt. Nakamoto 2008)

Vaikka lohkot ovat hajautettu verkoston ylläpitäjille, jokaisella ulkopuolisellakin on mahdollisuus tarkastella transaktiohistoriaa. Verkoston ylläpitäjät kilpailevat uuden lohkon vahvistamisesta, louhintatyön jakaantuessa lukuisille osapuolille. Louhimisella tarkoitetaan prosessia, jossa uusi lohko saadaan päivitettyä uusilla kirjauksilla ja matemaattinen arvoitus ratkaistua sekä täytetty lohko jaettua muille ylläpitäjille (Yu ym. 2018). Uuden lohko luomisessa menee bitcoin-lohkoketjussa keskimäärin 10 minuuttia ja Ethereum-lohkoketjussa noin 10 sekuntia. Riippuen kannusteista ensimmäisen uuden lohkon louhija tai validoija saa usein palkinnoksi lohkon omaa tokenia ja siirtokuluja. (Nakamoto 2008; Moyagar & Buterin 2017; Johansson 2019.)

Lohkoketjun manipulaatio edellyttäisi samanaikaista enemmistöhallintaa koko ketjun laskentatehosta, tätä kutsutaan 51 % hyökkäykseksi. Enemmistöhallinta mahdollistaisi päätäntävällän validoitavista transaktioista. (Tapscott & Tapscott 2016.) Tilikirjojen ylläpitäjien lukumäärän lisääntyessä myös lohkoketjun turvallisuus paranee.

Yu ym. (2018) mukaan eri lohkoketjuissa on mahdollisuus erilliselle palkitsemisjärjestelmälle verkon ylläpitäjille, jotta ylläpitäjillä on kannustinta osallistua verkon toimintaan ja saada korvauksia syntyneistä kustannuksista. PoW-lohkoketju (Proof of Work) on toistaiseksi ollut suosituimpi mekanismi uusien lohkojen louhimiseksi ja lohkoketjun turvallisuuden takaamiseksi, jota voidaankin pitää ensimmäisenä asteena lohkoketjuteknologian konsensuksen kehityksessä. Globaalia keskustelua on herättänyt louhimisen suuri sähkönkulutus, erityisesti bitcoin- ja Ethereum-lohkoketjussa, jotka ovat laskennalliseen työhön perustuvia, eli PoW-ketjuja. (Mougayar & Buterin 2016). PoW-ketjun heikkoutena voidaan pitää sen runsasta energiankulutusta ja onkin arvioitu, että bitcoin-lohkoketjussa louhiminen ja ylläpito kuluttaa enemmän sähköä kuin koko Irlannin valtio (Saleh 2018).

Toisena kehitysasteena voidaan pitää Proof of Stake-perusteista (PoS) konsensusmenetelmää, joka on huomattavasti kustannustehokkaampi perustuen lohkojen validointiin käyttäen omaisuuseriä panoksena transaktion paikkansapitävyydelle (Yu ym. 2018). Suunniteltu PoS-konsensusprotokolla tarvitsee vähemmän energiaa lohkoketjun pyörittämiseen. Validaattoreilla on kannustimena suorittaa työnsä rehellisesti, sillä virheellisten transaktioiden esittäminen hyväksytyksi heikentäisi sijoitetun vakuuden arvoa ja rangais- tuksena menettäisi osan panoksestaan sekä oikeuden osallistua jatkossa validointiprosessiin. PoS-menetelmässä jokaisella toimijalla on panokseensa suhteutettu mahdollisuus saada oikeus vahvistaa uusi lohko ketjuun. Yleinen kriteeri validaattoriksi pääsemiseksi on riittävän iso omistus protokollasta, jotta motiivina on ylläpitää verkon toimivuutta.

(Saleh 2018.) Validaattorien rangaistukset virheellisistä päätöksistä sekä taloudellinen sitoutuneisuus kannustavat toimimaan verkossa kunniallisesti, eikä vilpillisesti omaa etua tavoitellen (Kalodner ym. 2018).

Jokaisella lohkoketjuun osallistujalla on oma julkinen ja yksityinen avain. Avaimia varten on lompakkopalveluita olemassa, jolloin käyttäjän ei itse tarvitse aina muistaa yksityistä avaintaan osallistuessaan verkon toimintaan. Julkinen avain voidaan ymmärtää julkisena, mutta anonymina osoitteena, joka on 30-merkkinen jono kirjaimia ja numeroita. Yksityinen avain on salassa pidettävä merkkijono, jota voidaan pitää käyttäjän allekirjoituksena, jolla vahvistetaan kirjauksen olevan juuri käyttäjän tekemä. (Lee 2015.) Yksityisyys pohjautuu avoimien lohkoketjujen anonymiteetille ja uusien tilien luomisen helppouteen. Lohkoketjun käyttäminen ei vaadi erillistä tunnistautumista tai osapuolien vahvistamista kenenkään ulkopuolisen toimesta, vaan kaikki toimijat ovat vain joukko merkkisarjoja. Käyttäjän voi periaatteessa onnistua päättämään, mikäli tuntee entuudestaan useamman osapuolen julkiset avaimet, tarkat ajankohdat transaktioille sekä tietäen mitä henkilö mahdollisesti omistaa. (Tapscott & Tapscott 2016.)

3.2 Älysopimukset ja oraakkeliongelma

Suomenkielisessä kirjallisuudessa käytetään nimityksiä älykkäät sopimukset ja älysopimukset (smart contracts) tarkoittaen samaa asiaa. Tässä tutkielmassa käytetään nimitystä älysopimukset, joka istuu mielestäni parempana käännöksenä englanninkieliseen vastineeseen ja taipuu suomen kielessä luonnollisemmin. Ohjelmoitavat älysopimukset lohkoketjussa tulivat mahdolliseksi vasta vuonna 2015 Ethereum-lohkoketjun julkaisun myötä, joka mahdollisti kehittäjien ohjelmoivan omia hajautettuja sovelluksia (dApps, decentralised apps) ja eri valuuttoja yhden alustalohkoketjun päälle. Ethereum on monikäyttöisin lohkoketju, jota organisaatiot voivat hyödyntää osana toimintansa, sillä Ethereumia pidetäänkin johtavana lohkoketjualustana, mikäli halutaan luoda omia älysopimuksia ja sovelluksia. (Tapscott & Tapscott, 2016.)

Älysopimus itse käsitteenä ei kuitenkaan ole uusi keksintö, sillä Nick Szabo (1997) esitteli jo 1990-luvun lopulla älysopimuksen idean. Sopimukset ovat yhteiskunnan ja ihmisten toiminnan kulmakiviä, joita kaikkien osapuolten odotetaan noudattavan jatkuvasti. Sopimukset ovat institutionalisoituneet ja vakiinnuttaneet asemansa myös lainsäädännössä. Szabon (1997) mukaan älysopimukset mahdollistavat perinteisiä sopimuksia tehokkaampia sopimuksia julkisten verkkojen yli. Yksinkertaisimmillaan älysopimus

voidaan käsittää sopimuksena, joka toteuttaa itsensä ennalta sovitun sopimusehdon X täyttyessä.

Älysopimukset ovat mullistaneet lohkoketjuteknologian potentiaalin organisaatioiden näkökulmasta, muuttamalla lohkoketjun tehtävän yksinkertaisesta sovelluksesta arvon siirtämisessä kattamaan useita monimutkaisia ja samanaikaisia sovelluksia. Älysopimusten toimiessa lohkoketjussa voidaan välttää vastapuoliriski, riski sopimuksen ehtojen muuttumisesta, tarjota sopimuksen osapuolille luotto sopimuksen kunnioittamisesta ja varmistaa nopea sopimuksen toteutus. (Nazarov & Shukla 2020.) Älysopimuksen periaate on hyvin lähellä lohkoketjun arvolupausta, eli tehostaa universaaleja sopimuksia poistamalla välikäsiä ja vähentämällä riskiä minimoimalla ihmisten toimintaa, sekä hyödyntämällä lohkoketjun tarjoamaa luottamusta ja informaation ajantasaisuutta.

Mougayar ja Buterin (2016, 46–47) luonnehtivat älysopimuksia mahdollisesti tärkeimpänä innovaationa lohkoketjuteknologiaan liittyen. He toteavat älysopimusten olevan äärimmäisen turvallinen muoto sopimuksille, mutta niiden toimivan kuitenkin vain lohkoketjun sisällä. Lohkoketju on suhteellisen yksinkertainen toimintalogiikaltaan omassa suljetussa ympäristössään, ja siksi se on erittäin luotettava omassa tehtävässään, mutta lohkoketjut kuitenkin tarvitsevat lisäyksiä saavuttaakseen suurempaa hyötyä organisaatioiden näkökulmasta. Mattila ym. (2019) mukaan älysopimukset voivat aiheuttaa valtavia ongelmia, mikäli niiden luomisprosessi laiminlyödään ja jätetään virheitä protokollaan, jolloin niiden muuttaminen on mahdotonta, ellei ole rakennettu päivitykselle takaporttia jättämällä se mahdolliseksi joko demokraattisella äänestyksellä perustuen tokenien määrään tai vahvistamalla samanaikaisesti useamman älysopimuksen kehittäjän yksityisellä avaimella.

Lohkoketju ja älysopimukset eivät ole itse kykeneväisiä kommunikoimaan ketjun ulkopuolisen informaation kanssa. Sheldonin (2021) mukaan lohkoketjut ja älysopimukset toimivat omassa suljetussa ympäristössään ennalta määrättyjen ehtojen täyttyessä. Ollakseen hyödyllisiä älysopimukset ja hajautetut sovellukset tarvitsevat oraakkeleita välittämään dataa suljetun ympäristön ulkopuolelta. Juels ym. (2021) määrittävät oraakkelin olevan välikappale lohkoketjun ja ulkopuolisen maailman välissä, jonka tehtävänä on kaksisuuntaisesti välittää, prosessoida ja varastoida informaatiota.

Sheldon (2021) toteaa oraakkeli-ongelmaksi lohkoketjujen, älysopimusten ja ulkopuolisen datan yhdistämisen luotettavasti. Oraakkeli-ongelma on merkittävä haaste lohkoketjujen tulevaisuuden kannalta ja ongelmaa on ratkaisemassa useita eri oraakkeli-palveluita, joilla haasteina ovat vaatimus hajautukselle, avoimuus, peukaloimattomuus,

yhteensopivuus eri järjestelmien sekä lohkoketjujen välillä, tai muutoin lohkoketjuun datan toimittamisesta ei ole hyötyä (Nazarov ja Shukla 2020).

Mattila ym. (2019) kuitenkin argumentoivat oraakkeleiden hyödyntämistä vastaan, sillä heidän mukaansa oraakkeleita käytettäessä voisi suoraan hyödyntää perinteistä keskitettyä tietokantaa. Mattila ym. (2019) ovat oikeassa, sillä yhden keskitetyn oraakkelin hyödyntäminen vesittäisi koko hajautetun verkoston idean altistamalle sen riippuvaiseksi yhdestä datalähteestä (single point of failure). He eivät kuitenkaan huomioi selvityksessään ollenkaan hajautettujen oraakkelipalveluiden muodostamia verkostoja, jotka ratkaisivat heidän esittämänsä ongelman.

Juelsin ym. (2021) mukaan hajautetut oraakkeliverkostot vapauttavat älysopimukset lohkoketjujen teknisistä rajoitteista. He esittävät hajautettujen oraakkeliverkostojen olevan kykeneväisiä toteuttamaan transaktiota ja älysopimuksia myös ketjun ulkopuolella, jolloin vahvistamisen ja rekisteröinti jäisi vain lohkoketjuun tehtäväksi. Perinteinen älysopimus ei toistaiseksi ole voinut operoida lohkoketjun ulkopuolella. Operointi osittain lohkoketjun ulkopuolella lisäisi kustannustehokkuutta, nopeutta sekä osittain yksityisyyttä kirjauksiin, jolloin arkaluontoinen informaatio ei olisi muiden nähtävillä, mutta se olisi kuitenkin matemaattisesti vahvistettua. He toteavat myös hajautetun oraakkeliverkoston olevan suhteellisen turvallinen, vaikka yksittäinen oraakkeli yrittäisi toimia vilpillisesti. Juels ym. (2021) ensimmäisenä määrittävät lohkoketjujen ulkopuolella ja sisällä yhdessä toimivien älysopimusten olevan hybridiälysopimuksia (hybrid smart contracts). (Juels ym. 2021.)

Maailman talousfoorumin (2020) raportin mukaan hajautetut oraakkeliverkostot ovat lohkoketjujen tulevaisuuden potentiaalin sekä käytön kannalta oleellinen komponentti, sillä ne täyttävät turvallisuusvaatimukset sekä vaatimukset lohkoketjujen edellyttämälle laadukkaalle datalle. Euroopan keskuspankki (2021) toteaa hajautetun oraakkeliverkoston olevan teknisesti edistyksellinen ja erittäin monimutkainen toimintakokonaisuus, joka kykenee tuottamaan turvallisemman lopputuloksen kuin kolmannen osapuoleen pohjautuva perinteinen luottamus sopimuksen toteuttamisesta.

Euroopan keskuspankin (2021) mukaan lohkoketjujen vallankumous liiketoiminnallisesta näkökulmasta edellyttää kommunikointia muiden tietojärjestelmien ja lohkoketjujen kanssa, sekä lohkoketjujen ulkoisten ilmiöiden huomioimista. Käytännön näkökulmasta hyödyllisimmät sovelluskohteet älysopimuksille, kuten rahoitusinstrumentit, vakuutukset ja IoT-sensorit vaativat usein ketjun ulkopuolista dataa. Zhangin ym. (2020) mukaan erityisesti johdannaissopimukset hyötyvät eniten lohkoketjuteknologiasta, mutta

johdannaissopimukset vaativat dataa esimerkiksi raaka-aineen hinnasta. Tähän Zhang ym. (2020) esittävät tutkimuksessaan ratkaisun oraakkeleita hyödyntämällä, joka yhdistäisi reaali maailman lohkoketjuun säilyttäen lohkoketjujen hajautetun luonteen ja paljastamatta esimerkiksi johdannaissopimuksen yksityiskohtia tai osapuolia, mutta kuitenkin olevan täysin lohkoketjun ja älysopimuksen vahvistama. Tällaista ratkaisua, jossa yksi osapuoli pystyy toiselle osapuolelle osoittamaan tietävänsä jotain, ilman tietonsa sisällön paljastamista kutsutaan nollatietoisuudeksi (zero-knowledge proof) (Mattila ym. 2019).

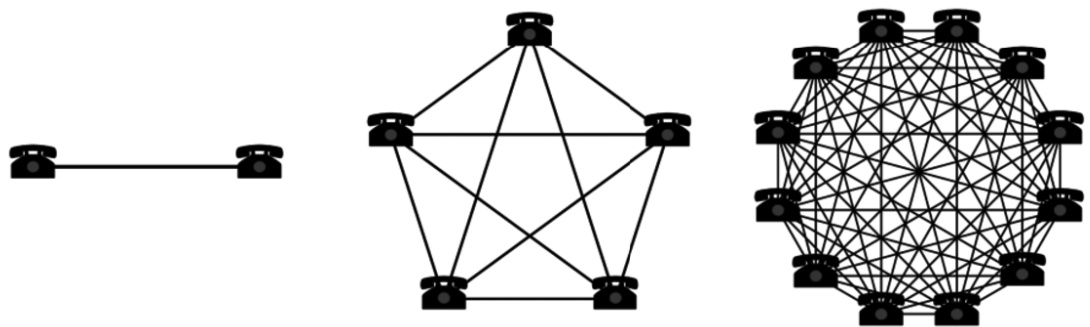
Yksinkertaistettuna oraakkeli palvelu toimii siis välikappaleena lohkoketjun ja lohkoketjun ulkopuolisen maailman välillä välittäen informaatiota, esimerkiksi hintadataa useasta lähteestä koostaen. Chainlink on tutkimuksessa käytetty esimerkki hajautetusta oraakkeli verkostosta, sillä se on volyymiltaan ja sidotulta arvoltaan eniten hyödynnetty oraakkeli palvelu vuonna 2020 (Jessel 2020). Juels ym. (2021) toteavat oraakkeli verkostojen olevan lohkoketjuista riippumattomia ja vapauttavan älysopimukset koskemaan useampaa lohkoketjua yhden sijaan, jolloin universaalien älysopimusten tekeminen olisi mahdollista käyttäjien lohkoketjuista riippumatta.

3.3 Lohkoketjuteknologian nykytilanne, mahdollisuudet ja rajoitteet

Lohkoketjuteknologian hyötyihin voidaan lukea kustannussäästöt, yksityisyys, transaktioiden nopeus ja vähentynyt vastapuoliriski läpinäkyvyyden ansiosta (Mougayar & Buteirin 2016, 44). Mollan ja Yagitbasioglubin (2019) mukaan merkittävin asia lohkoketjuteknologiassa on vahvistetun transaktion pysyvyys, joka mahdollistaa muiden ketjuun osallistuvien luottavan täysin ketjusta saatavaan informaatioon, sillä lohkoketjun transaktiot ovat helppo vahvistaa ulkopuolisten toimesta. Avoin lohkoketju voidaan nähdä myös tasapuolisena jokaiselle osallistujalle, sillä kukaan yksittäinen osapuoli ei saa kontrollia muista osallistujista.

Lohkoketjut vähentävät varojen globaaliin siirtämiseen vaadittua aikaa, yleisestä T+2 päivää, jopa muutamiin minuutteihin. Pääomien siirtäminen nopeutuu prosessien ja välikäsien karsiutuessa. Jatkuvasti päivittyvät kirjaukset ja transaktiot laskevat vastapuoliriskiä sekä vähentävät kustannuksia. Lohkoketjut eivät saavuta konsensusta, eivätkä toteuta transaktiota, mikäli riittävää likvidiä varallisuutta ei ole, ratkaisten digitaalisten hyödykkeiden kopioinnin ja kaksoiskuluttamisen ongelman. (McKinsey, 2018.) Euroopan keskuspankki (2021) toteaa päivitettyjen ja parhaimpien perinteisen teknologian ratkaisujen pääsevän periaatteessa lähelle lohkoketjujen tuottamaa aikaa, mutta käytännössä harvoin näin on.

Erittäin mielenkiintoinen ero perinteisiin tietojärjestelmiin on Alabin (2017) havainto, jossa Ethereum-lohkoketjusta havaittiin Meltcalfen laiksikin⁴ kutsuttu ilmiö, jossa verkon arvo kasvaa suoraan verrannollisesti verkon osallistujien lukumäärään nähden. Kuvio 5 havainnollistaa muutamien osallistujien lisääntymisen merkityksen verkoston näkökulmasta. Ethereum-lohkoketju on yleinen avoin lohkoketju, joka mahdollistaa sovellusten ja eri tokenien ohjelmoinnin sen päälle. Disruptiivisten innovaatioiden leviämisen on todettu noudattavan Meltcalfen lakia, esimerkiksi Internet, älypuhelimet, ja sosiaalisen median palvelut.



Kuvio 5 Meltcalfen laki verkostojen kasvusta ja verkostovaikutuksista

Maailmanpankin raportti (2021) toteaa lohkoketjuista aiheutuvan verkostoeffektin olevan organisaatioille merkittävä kannuste omaksua ja osallistua lohkoketjuteknologian kehittämiseen. Mattila ym. (2019) mukaan avoimet lohkoketjut luovat itseään ruokkivan kehän verkostovaikutuksen suhteen, mikä houkuttelee jatkuvasti uusia tahoja liittymään järjestelmän osaksi. Dai ja Vasarhelyi (2017) näkevät lohkoketjun seuraavan sukupolven prosessina, joka järjestelmällisesti muuttaa käytäntöjä asiakkaiden, tavarantoimittajien ja kilpailijoiden välillä. Samoin Vincent ym. (2020) uskovat lohkoketjuteknologian hyödyn saavutettavan kaikkien toimijoiden siirtyessä lohkoketjujen päälle. Kehityskustannusten pieneneminen auttaa lisäämään laajempaa arvoa koko verkostolle (Lauslahti ym. 2017).

Viitteitä verkostoon liittymisestä on jo havaittavissa, sillä Deutsche Telekomien, yhden maailman suurimman tietoliikenneyrityksen tytäryritys T-Systems, ylläpitää jo oraakkeleita hajautetussa oraakkeliverkostossa ansaiten tuloja laadukkaasti datan välittämisestä julkiseen lohkoketjuun ja hajautetun finanssiteknologian sovelluksiin (DeFI). T-Systems näkee lohkoketjuteknologian tämänhetkisen käyttökohteen olevan parhaiten soveltuva reaaliaikaisiin johdannaissopimuksiin sekä IoT-sensoreiden dataan pohjautuviin

⁴ Meltcalfen lailla viitataan verkon käytöstä syntyvän arvon olevan suoraan verrannollinen käyttäjien lukumäärän neliöön (n^2). Meltcalfea on käytetty selittämään Internetin suosiota verkostona.

älysopimuksiin, mutta toteaa oraakkeliin mahdollistamien älysopimusten sovelluskohteiden olevan käytännössä rajattomia. (T-Systems.com 2020.)

Eri lohkoketjuprojekteja on tuhansia, sillä kuka tahansa joka omaa teknistä osaamista voi luoda omia sovelluksiaan. Taulukossa 1 esitellään tutkimuksessa mainittavia lohkoketjuprojekteja, jotka on pyritty valitsemaan mukaan tutkimukseen edustaen oman markkinasegmenttinsä johtavia projekteja. Toistaiseksi yleisimmät sovellukset ovat olleet virtuaalivaluuttoja tai hajautetun finanssiteknologian palveluita (DeFi). Oraakkeliiongelman tärkeyttä hajautettujen sovelluksien toiminnassa korostaa Aaveen, Synthetixin ja Etheriscin kaikkien hyödyntävän Chainlinkin hajautettua oraakkeliverkostoa (Chainlink 2021; Etherisc 2021).

Taulukko 1 Tutkimuksessa esitellyt lohkoketjuprojektit

Nimi	Protokollan hyödyntämä token	Projektin luonne	Markkina-arvo euroissa 8.5.2021 (coingecko.com)
Bitcoin	bitcoin	Toimii omassa lohkoketjussaan, virtuaalivaluutta (Nakamoto 2008).	892,9 mrd. €
Ethereum	ether	Ohjelmoitava lohkoketju eri projekteille (Ethereum.org 2021b).	337,0 mrd. €
Chainlink	link	Hajautettu oraakkeliverkosto, lohkoketjusta riippumaton (Chainlink 2021).	16,97 mrd. €
Aave	aave	Kaikille avoin talletus ja vertaislainapalvelu Ethereum-ketjussa (Aave 2021).	4,703 mrd. €
Synthetix	snx	Johdannaissopimuksia ja synteettisiä osakkeita Ethereum-lohkoketjussa (Synthetix 2021).	2,372 mrd. €
Etherisc	dip	Viitekehys hajautetuille ja parametrisille vakutuoksille eri lohkoketjuissa (Etherisc 2021).	0,037 mrd. €
Kaikki virtuaalivaluutat yhteensä			2535 mrd. €

Johdannaismarkkinat sekä vakuutukset ovat lohkoketjuteknologian oletetun soveltuvuuden kärkipäässä (DeRose, 2016). Älysopimuksin tarjottuja johdannaisia ja palveluntarjoajia löytyy jo useampia. Tällä hetkellä tunnetuin ja suosituin protokolla on taulukossa 1 esitelty Synthetix, joka tarjoaa optioita sekä synteettisiä osakkeita lohkoketjussa. Synthetix, kuten suurin osa muistakin hajautetuista lohkoketjuprojekteista, organisaatorakenteeltaan edustaa uudentyyppistä hajautettua automatisoitua organisaatiota eli DAO:a (decentralized autonomous organization). DAO:ssa hallinnointi pohjautuu protokollan tokenien lukumäärään perustuvaan äänioikeuteen, kuten tyypillisesti perinteisissä organisaatioissa ja kykenee tuottamaan vastaavia organisaatorakenteita. (Nasdaq.com 2021.)

Lauslahti ym. (2017) toteavat että, DAO:ssa tokenit vastaavat osakkeita, joiden avulla on oikeutettu äänestämään ja saamaan mahdollisia kertyneitä tuottoja. Toinen konkreettinen esimerkki hajautetun finanssiteknologian (Decentralized finance, DeFI) DAO:sta on suosittu suomalaislähtöinen Aave vertaislainapalvelu, johon eri virtuaalivaluuttoja on lukittu jo yli 17,5 miljardin dollarin edestä toukokuussa 2021 (Kauppalehti 2021a; Defipulse.com 2021).

Vakuutusalan uskotaan etenkin hyötyvän lohkoketjuteknologiasta ja älysopimuksista vähentäen informaation epäsymmetrisyyttä, nopeuttaen käsittelyaikoja, vähentäen kustannuksia ja madaltaen kynnystä saada vakuutuksia. Vakuutusprosessien läpinäkyvyys lisää luottamusta ja mahdollistaa hajautetut parametriset vakuutukset⁵. Saksalainen Etherisc-vakuutusprotokolla on luonut lohkoketjuilla toimivia parametrisia ja hajautettuja vakuutuksia, esimerkkeinä lentovakuutukset, hurrikaanivakuutukset ja satovakuutukset. (Sheth & Subramanian 2019; Vähämaa 2020.) Esineiden internetin ja lohkoketjujen yhteisvaikutusten yleistyessä, älysopimuksilla on merkittävä rooli mahdollistaessa lukuisia uusia vakuutuksia (Mougayar & Buterin 2016, 47).

Oraakkeli palvelut mahdollistavat esimerkiksi Vähämaan (2020) esittelemien parametristen vakuutusprotokollien, kuten Etheriscin toiminnan. Yksinkertaisena esimerkkinä on satovakuutus sateiden varalle Sri Lankassa, mikäli luotetut ja valitut säätietojen toimittajat rekisteröivät ylityksen vakuutuksessa määriteltyyn sademäärään, hajautettu oraakkeli verkosto Chainlink välittää tiedon älysopimukseen, joka automaattisesti kohdistaa maksun vakuutuksenottaneelle maanviljelijälle. Parametrinen vakuutus ohittaa vahinkojen yksittäisen arvioinnin nopeuttaen vakuutusprosessia sekä korvausten maksamista, joka voi olla selviytymisen kannalta kriittinen tekijä vähävaraisissa yhteisöissä. (Jessel 2020.) Parametrista vakuutusta pidetään puolueettomimpana vakuutuksena, sillä se vähentää informaation epäsymmetrisuutta vakuutetun ja vakuutuksenantajien välillä (EUR-Lex 2013).

Uusi tärkeä lohkoketjuteknologian sovellusmahdollisuus on 2021 aikana median otsikoihin nousseet NFT:t (non-fungible tokens). NFT:t mahdollistavat digitaalisen aitoustodistuksen esimerkiksi taideteoksen ainutlaatuisuudesta ja oikeuden alkuperäisteokseen (Helsingin Sanomat 2021). NFT:n mahdollistamalle digitaaliselle omistajuudelle ei vaikea olevalle selviä rajoja sovelluskohteesta, vaan niitä voidaan hyödyntää erittäin vapaasti

⁵ Parametrinen vakuutus eli indeksipohjainen vakuutus tarkoittaa automatisoitua vakuutusprosessia, jossa vahingonkorvaus maksetaan indeksin poiketessa sovitusta, esimerkiksi historiallisesta keskiarvosta, huolimatta vahingon todellisesta suuruudesta.

kohteisiin, joista halutaan luoda digitaalinen aitoustodistus. NFT:lle ei ole vielä vakiintunut ja luontevaa käännöstä suomen kielessä.

Lohkoketjuihin liittyvät ongelmat voidaan luokitella teknisiin, liiketoiminnallisiin, käyttämisen sekä lainsäädännön haasteisiin (Mougayar & Buterin, 2016; Dai & Vasarhelyi 2017). Lohkoketjujen skaalautuvuus, eli kuinka monta kirjausta lohkoketju kykenee käsittelemään sekunnissa, on ollut suuri haaste. Perinteisiin maksutapahtumiin verrattuna Visa käsittelee keskimäärin 2000 transaktiota sekunnissa (Croman ym. 2016). Uusimmat, mutta yksityiset lohkoketjuratkaisut, voivat tällä hetkellä käsitellä parhaimmillaan noin 3 500 transaktiota sekunnissa, julkisessa lohkoketjussa Ethereum kykenee keskimäärin 15 transaktioon sekunnissa, ja bitcoin vieläkin hitaampaan 7 transaktioon sekunnissa (Croman ym. 2016; Deloitte, 2019). Skaalautuvuuden ja louhimiseen kulutetun energian suhteen yksityiset lohkoketjut ovat ylivoimaisia, eivätkä joudu kamppailemaan kyseisten ongelmien ratkaisemisen kanssa. Nazarov ja Shkulta (2020) toteavat lohkoketjun hajautetun ideologian rajoittavan skaalautuvuutta ainakin lyhyellä ajanjaksolla, sillä suuremmassa verkostossa konsensuksen saavuttaminen vaatii enemmän aikaa. Juels ym. (2021) toteavat lohkoketjujen kärsivän myös tilikirjojen ylläpitäjien vallasta, sillä ylläpitäjät voivat mielivaltaisesti päättää mitä transaktioita sisällytetään louhittavaan lohkoon, joka voi johtaa taloudellisten etujen manipuloimiseen, joka voidaan suoraan rinnastaa algoritmiseen ja ultranopeaan kaupankäyntiin (high frequency trading) perinteisessä rahoitusympäristössä.

Transaktioiden skaalautuvuus ei rajoitu pelkästään rahaliikenteeseen, vaan se kattaa kaikki transaktiot, joita tehdään lohkoketjuissa. Maailmanpankki näkee (2021) mahdolliset sivuketjut varsinaisen pääketjun ulkopuolella vartenotettavana vaihtoehtona skaalautumisen ratkaisemiseen. Toistaiseksi skaalautumista on pyritty ratkaisemaan L2-ratkaisuilla⁶ (layer 2), jotka toteuttavat transaktioita pääketjun ulkopuolella, mutta rekisteröivät säännöllisesti pääketjussa, jotta luotettavuus ja turvallisuus säilyvät riittävällä tasolla. Vuoden 2021 keväällä ensimmäisiä toimivia L2-ratkaisuja Ethereum-lohkoketjussa otetaan käyttöön ja niitä on oletettavissa tulevaisuudessa vielä enemmän. Ethereum on vaihtamassa PoS-konsensusmenetelmään Eth2-päivityksen yhteydessä tulevaisuudessa, joka lisää skaalautuvuutta, turvallisuutta ja säästää ylläpitokustannuksia (Ethereum.org 2021a). Rachel Wolfson (2019) esittelee yhtenä esimerkkinä vastaavasta

⁶ L2-ratkaisuista on olemassa jo teknistä tutkimusta, josta löytyy lisää yksityiskohtaisempaa kuvailua kiinnostuneille ks. Kalodner ym. (2018).

L2-ratkaisusta Princetonin yliopistossa kehitetyn Arbitrumin, joka lisää skaalautuvuutta ja yksityisyyttä eri lohkoketjujen päällä. Kalodner ym. (2018) toteavat esimerkiksi älysovimusten olevan vielä kalliita hyödynnettäviä, sillä jokaisen verkon ylläpitäjän on käytävä älysovimus kokonaisuudessaan läpi päivittäessä verkkoa ja laskiessa tiivistefunkti-
oita. Heidän mukaansa L2-ratkaisut tulevat pienentämään älysovimusten kustannuksia ja lisäävät niiden suosiota.

Mattilan ym. (2019) toteavat lohkoketjujärjestelmien olevan toistaiseksi kalliimpia ja jäykempiä ylläpidettäviä kuin perinteisempien tietojärjestelmien. Vastaavuuksia voidaan havaita myös Internetin ja pilvipalveluiden kehityksessä, jossa teknologian käyttäminen oli aluksi hidasta ja kallista ylläpitää, jota jo rajasi entuudestaan tarvittavien tietokoneiden ja verkkoyhteyksien saatavuus. Mattila ym. (2019) näkevät lohkoketjuteknologian riskinä yksittäisen ketjujen haarautumisen (forking), joka voi johtaa lohkoketjun hitaaseen kuihtumiseen ja käyttäjien epätietoisuuteen validista lohkoketjusta haarautuneen sijaan. Tämä voi ilmetä vakavanakin riskinä pienemmissä lohkoketjuissa, mutta isommat lohkoketjut, kuten Bitcoin ja Ethereum ovat selvinneet historiassaan jo useammasta haaraumisesta ilman dramaattisia ongelmia, eivätkä seuraukset ole olleet niin vakavia mitä Mattilan ym. (2019) selvityksessä annetaan ymmärtää.

Liiketoiminnallisia haasteita on ollut innovaation adaptaatio osaksi käytännönprosesseja, toisaalta muutosta on ollut havaittavissa, sillä esimerkiksi Suomessa jo julkisesti lohkoketjuteknologian käytöstä on avoimesti markkinoinut ja ilmoittanut Arla. Arla hyödyntää lohkoketjua toimitusketjun dokumentoinnissa ja tallentaa tuotannon sekä logistiikan eri vaiheet, jossa yksittäisen maitopurkin matka on kaikille nähtävissä (Arla.fi 2020). Toimitusketjujen näkökulmasta Maailmanpankin (2021) mukaan edelleen laajempi rinnakkaiskäyttö perinteisten suuren volyymin ERP-järjestelmien ja informaation jakaminen muihin tietojärjestelmiin on ongelmallista. Liiketoiminnallisesta näkökulmasta lohkoketjut eivät itse ole yhteensopivia perinteisten tietojärjestelmien kanssa, eivätkä ole kykeneväisiä seuraamaan käskyjä oman ympäristönsä ulkopuolella ilman oraakkelipalveluita (Nazarov & Shukla 2020).

Standardien ja lainsäädännön uupuminen on hidastanut innovaation kehitystä. Esteitä aiheuttaa nykyisten varallisuuksien siirto lohkoketjuihin ja fyysisten omaisuusluokkien tokenisoiminen, esimerkiksi kiinteistöjen, sillä markkinoilta uupuu vielä standardoidut toimintamallit ja jälkimarkkinat. Tokenisoimisen hyötynä on jakaa omistusosuudet pienempiin osiin, jopa 18 desimaalin tarkkuudelle ja siten lisätä likviditeettiä useilla eri markkinoilla. Jarruttavana tekijänä voidaan havaita paikallisen lainsäädännön rajoittavan

innovatiivisten yritysten mahdollisuutta hyödyntää lohkoketjuteknologiaa ja vaativan rinnakkaisten prosessien seurannan perinteisissä järjestelmissä. (Euroopan keskuspankki 2021.)

Inhimillisiä haasteita on myös ennakoitu, kuten muutosvastarintaa nykyisissä työtehtävissä, erityisesti teknologian mahdollistaman automaation uhatessa työtehtäviä. Haasteena voidaan nähdä myös koulutuksen vajaavaisuus sekä tietämys lohkoketjuihin liittyen. (Mougayar & Buterin, 2016.) Teknologian koettuun hyötyyn sekä asenteisiin vaikuttavat sosiaaliset rakenteet, joihin sisältyvät aiemmat kokemukset. Ymmärtämällä teknologian toimintaa ja vaikutuksia hyväksymisen todennäköisyys suurenee ja mahdollisten käyttäjien volyymi lisääntyy. (Davis ym. 1989.) Toisaalta aiemmat kokemukset ja kielteiset assosiaatiot voivat vähentää luottamusta innovaatioon. Kuuluisat kryptovaluuttoihin liittyneet hakkeroinnit, kuten Mt. Gox vuonna 2014, ovat johtuneet inhimillisistä virheistä ja tietoturvan laiminlyönnistä, eikä itse teknologiasta (Financial Times 2018). Muita merkittäviä ongelmia ovat varsin vajaa lainsäädäntö digitaalisten hyödykkeiden suhteen sekä epävarmuus ja ymmärrys, kuinka DeFi ja älysopimukset vertautuvat nykyisiin instituutioihin sekä perinteisiin palveluihin.

4 TALOUSHALLINNON TIETOJÄRJESTELMIEN KYTKEYTYMINEN LOHKOKETJUTEKNOLOGIAAN

4.1 Taloushallinnon tietojärjestelmän tehtävä ja merkitys organisaatiossa

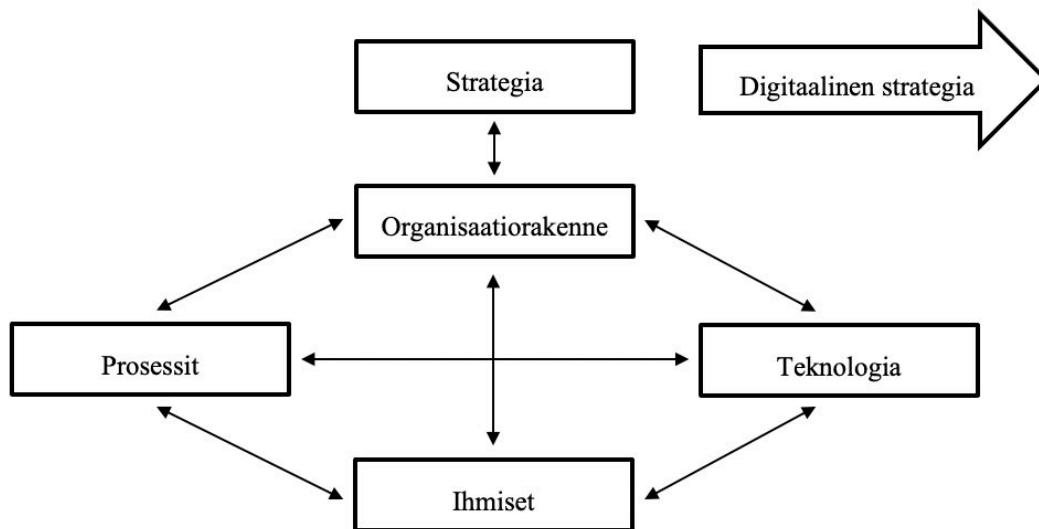
Taloushallinnon tehtävänä on toimia systemaattisena prosessina, jonka avulla organisaation johto seuraa taloudellisia tapahtumia ja raportoi toiminnasta sidosryhmille (Lahti ja Salminen 2014, 14–16). Tehtäväkeskeistä määritelmää käyttävät myös Siivola ym. (2015) toteamalla taloushallinnon koostuvan joukosta organisaatiolle kriittisiä tehtäviä, jotka perustuvat lakeihin, asetuksiin, toiminnanohjaukseen ja päätöksentekoon. Nykyään puhutaankin digitaalisesta taloushallinnosta, jossa kaikki prosessit ja informaatiovirrat ovat pitkälle sähköisiä ja automatisoituja digitaaliseen käsittelyyn sopivaksi (Kaarlejärvi & Salminen 2018, 14–16).

Taloushallinto voidaan havainnollistaa joko yhtenä liiketoimintaprosessina tai organisaation tukitoimintona, jos tarkastellaan strategisella tasolla koko yritystä (Lahti & Salminen 2014). Laajemmin taloushallinnon voidaan nähdä koostuvan useista eri prosesseista, joista jokaisella on merkittävä tehtävä organisaation toiminnan koordinoinnissa. Granlund ja Malmi (2004) luokittelevat taloushallinnon koostuvan eri osakokonaisuuksista: laskennasta ja laskentamenetelmistä, raportoinnista, laskennan tietotekniikasta sekä valvonta ja tarkastustoiminnoista. Taloushallinnon rooli korostuu etenkin osana organisaation päätöksentekoprosessia. Laitinen ym. (2004) mukaan yritys tarvitsee tarkkoja ja täsmällisiä tietoja toiminnastaan. Erityisesti yrityskoon kasvaessa formaalien taloutta kuvaavien raporttien merkitys strategian suunnittelussa korostuu, ja näiden raporttien laatiminen on taloushallinnon tehtävä.

Lahden ja Salmisen (2014) mukaan moderni taloushallinto on integroinut tiiviisti sisäisen ja ulkoisen laskentatoimen yhteen, jolloin prosessien ja niitä tukevan tietojärjestelmän on tuotettava relevanttia informaatiota sisäisille ja ulkoisille sidosryhmille. Yksinkertaistettuna taloushallinnon tietojärjestelmän tavoitteena on siis tuottaa organisaatioon yksi ajantasainen tieto organisaation toiminnasta. Granlund ja Malmi (2004) esittävät taloushallinnon tärkeimmäksi tehtäväksi tuottaa laadukasta informaatiota päätöksentekoon ja organisaation ohjaukseen. Laadukas informaatio esittää vaatimuksen taloushallinnon prosessien tiiviistä integraatiosta koko organisaation liiketoimintaan, jota organisaation tietojärjestelmä tukee.

Taloushallinnon tietojärjestelmän funktiona on standardisoida informaatiota organisaation operatiivisista toiminnoista sidosryhmien kanssa ja tuottaa lisäarvoa organisaation taloudellisen tilan hahmottamiseen sekä toimia päätöksenteon tukena. Hammad ym. (2013) korostavat tietojärjestelmien roolin vastaavan Thompsonin (1967) argumenttiin, että organisaation tuottamien analyysien ja raporttien merkitys korostuu erityisesti epävarmassa ympäristössä. Standardoitu data ja käsitelty informaatio auttavat organisaatioita selviytymään epävarmuuden vallitessa.

Granlundin ja Malmin (2004) mukaan tietojärjestelmät ovat olennainen osa taloushallintoa. Tietojärjestelmiä organisaatiossa ohjaa toiminnan organisointi ja erityisesti organisaation rakenne, joka esittää omat vaatimuksensa tietojärjestelmille. Kuvio 6 osoittaa taloushallinnon tietojärjestelmän monisuhteisen vuorovaikutuksen organisaatiossa.



Kuvio 6 Teknologian vaikutukset organisaatioon ja strategiaan (ks. Nicoletti 2017)

Nicolettin (2017) kuvioista teknologian vaikutuksista organisaatioon ja strategiaan voidaan havaita teknologialla olevan vaikutusta ihmisiin, prosesseihin eli käytännön rutiineihin, organisaation rakenteeseen ja välillisesti myös strategiaan. Simon (2014) toteaa tietojärjestelmän tuovan organisaatioon kuria ja sääntöjä, jotka heijastuvat organisaation aikaisempaan teknologiaan, rutiineihin, organisaation rakenteisiin ja kulttuuriin. Vastavasti teknologian valinta on myös strateginen päätös, jolla voi olla kauaskantoisia vaikutuksia organisaation toiminnan suhteen.

Nicolettin (2017) kuvion teknologian monisyistä vuorovaikutusta organisaatiossa edustaa Lahden ja Salmisen (2014) näkemys käytettävän tietojärjestelmän ja sovellettavien laskentakäytäntöjen vaikutuksesta usein suoraan itse taloushallinnon prosesseihin ja rakenteeseen. He lisäävät taloushallinnon tietojärjestelmän koostuvan erillisistä toisiinsa liitännäisistä komponenteista, kuten laitteet, ohjelmistot, data ja käyttäjät, jotka toimivat yhdessä toteuttaakseen tuloksekkaasti taloushallinnon tehtäviä. Täten käyttäjät ovat olennainen osa taloushallinnon tietojärjestelmää, mikä helposti unohtuu.

Taloushallinnon tietojärjestelmien käsite on ollut kuitenkin joustava tutkimuskirjallisuudessa. Johdon laskentatoimen tietojärjestelmät arvioidaan usein kirjallisuudessa samaksi kuin taloushallinnon tietojärjestelmät, sillä ne tuottavat eri näkökulmista informaatiota samoille sidosryhmille. Granlund ja Lukka (1998b) näkevätkin taloushallinnon ja johdon laskentatoimen tietojärjestelmien olevan osittain integroituneita toisiinsa. Samaa näkemystä edustaa Taipaleenmäen ja Ikäheimon (2013) tutkimus tietojärjestelmien yhtenäistyneisyydestä.

Tietojärjestelmien läheinen yhteneväisyys ja teknologioiden määritelmien epäselvät rajat ilmenevät usein organisaation tietojärjestelmiä käsittelevissä tutkimuksissa. Useissa tutkimuksissa tietojärjestelmiä kutsutaan tuttavallisimmin toiminnanohjausjärjestelmänä eli ERP-järjestelmänä (enterprise resource planning). Toiminnanohjausjärjestelmät kuitenkin kytkeytyvät koko organisaation osalta toimintaan mukaan, jolloin taloushallinnon toiminnot ovat tyypillisesti integroitu omaksi moduuliksi toiminnanohjausjärjestelmään.

Scapensin ja Jazayerin (2003) mukaan tyypillinen toiminnanohjausjärjestelmä koostuu eri moduuleista, jotka sisältävät useita liiketoimintaprosesseja, joissa taloushallinto on oma erillinen moduulinsa. Simon (2014) lisää moduulisen rakenteen mahdollistavan uusien kehittyvien teknologioiden yhdistämisen jo osaksi olemassa olevaa kokonaisuutta. Taloushallinto voidaan toteuttaa siis ERP-järjestelmän moduulina tai lisäksi ulkopuolisena SaaS-palveluna (Software as a Service) tai yhdistelmänä molempia (Kaarlejärvi ja Salminen 2018, 22–23, 32–33). Moduulinen rakenne ja matala kynnys yhdistämiselle täyttävät nykyaikaisten tietojärjestelmien vaatimuksen kommunikoinnista myös organisaation muiden teknologioiden kanssa, jotta organisaation sisäinen verkostohyöty voidaan saavuttaa (Aydiner ym. 2019).

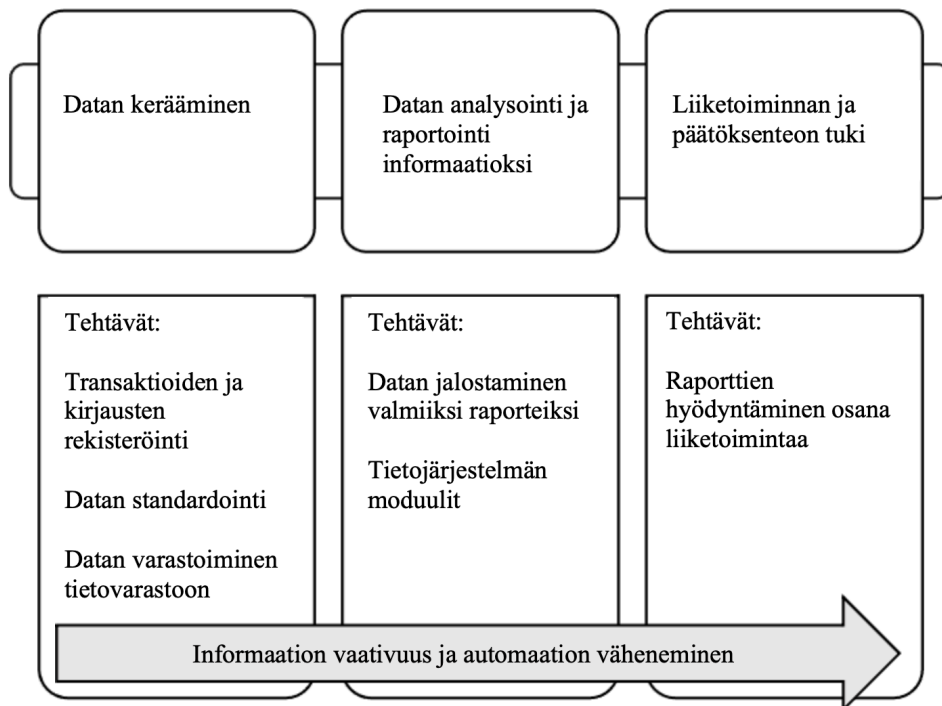
ERP-järjestelmä on rakennettu ennemmin yksittäisten liiketoiminnan prosessien päälle, kuin eri toimintokokonaisuuksien ympärille. Moduuli sisältää suosituimmat käytännöt, jotka voidaan mieltää sen hetken vallitseviksi ja parhaiksi käytännöiksi (best practices). ERP-järjestelmä aiheuttaa lisää tarvetta kommunikaatiolle sekä

tiimityöskentelylle. (Scapens & Jazayeri 2003.) Gorla ym. (2010) määrittelevät erinomaisen tietojärjestelmän sisältävän uusinta teknologiaa, hyödyntävän alan parhaita käytäntöjä ja toteuttavan prosessit ilman virheitä. He lisäävät erityisesti informaation laatuun vaikuttavien virheiden minimoimisen olevan tärkeää, sillä koko organisaation tuottavuus voi laskea virheistä datasyötteissä.

4.2 Taloushallinnon tietojärjestelmien kytkeytyminen organisaation toimintaan

Taloushallinnon saamat edut tietojärjestelmästä ovat monitasoisia johtuen tietojärjestelmän laajasta kytkeytymisestä organisaatioon. Tietojärjestelmän integraation voidaan katsoa onnistuneen, jos se on tehokkaasti saatu optimoitua organisaation toimintaan ja rakenteeseen sopivaksi samalla tuottaen merkittävää kilpailuetua epävarmoilla markkinoilla ja helpottaen päätöksentekoa (Hutahayan 2020).

Kuvio 7 osoittaa tietojärjestelmän monitasoiset vaikutukset organisaatiossa ja sen eri toiminnoissa, vaikka tarkastelu on taloushallinnon näkökulmasta. Informaation vaatavuus kasvaa ja automaation aste pienenee mitä strategisemmaksi ja abstraktimmaksi tarvittava tieto muuttuu. Tietojärjestelmän hyödyt voidaan kategorisoida syntyvän kolmella eri tasolla, datan keräämisessä, datan analysoinnissa informaatioksi ja liiketoiminnan päätöksenteon tukena.



Kuvio 7 Tietojärjestelmän tehtävien jalkautuminen (vrt. Taipaleenmäki & Ikäheimo 2013)

Gorla ym. (2010) toteavat tietojärjestelmän lisäävän sisäistä tuottavuutta mahdollistaen resurssien tehokkaamman allokoinnin ja lisäten strategista joustavuutta. Resurssien tarkempi allokointi ja strateginen joustavuus pohjautuu tietojärjestelmän tuottamaan parempaan informaatioon. Laadukas lisääntynyt informaatio voi avata uusia operatiivisia mahdollisuuksia ja tarkentaa tietoa nykyisten prosessien tuottavuudesta toimittaen oleellista sekä ajantasaista dataa. (Granlund & Malmi 2004; Hutahayan 2020.)

Datan kerääminen on koko organisaatioon kytkeytyvän tietojärjestelmän vahvuus, sillä se antaa mahdollisuuden koostaa dataa operatiivisista prosesseista. Dataa kirjautuu lukuisista organisaation toiminnoista kuten kirjanpidosta, myynnistä, logistiikasta ja markkinoinnista. Transaktioiden ja kirjausten standardisointi sekä automaatio parantaa raakadatan ajantasaisuutta, laatua ja saatavuutta (Taipaleenmäki & Ikäheimo 2013). Korkea automaation aste eliminoi manuaalista työtä nopeuttaen prosessien läpimenoaikaa. Vastaavasti standardoitu datan kerääminen vähentää kirjauksista syntyviä virheitä, muttei kuitenkaan täysin kykene poistamaan datan kahdentumista.

Kerätty data koostetaan usein keskitettyyn tietovarastoon, josta se on saatavilla käyttäjien ja taloushallinnon ohjelmistojen pyytäessä dataa. Simonin (2014) mukaan tietojärjestelmät vaativat yleensä erittäin keskitettyjä tietovarastoja, jotka muokkaavat organisaation rakennetta tietojärjestelmään sopivaksi asettaen selvät vaatimukset, joiden mukaan on toimittava, mikäli haluaa hyödyntää integroitua tietojärjestelmää. Bonsón & Bednárován (2019) mukaan organisaatiot pyrkivät välttämään päällekkäisiä tietovarastoja. Keskitetty tietokanta standardisoi myös organisaation raportointikäytäntöjä asettamalla selvät kriteerit syötetylle datalle, mikä vähentää epä johdonmukaisuuksia operatiivisten toimintojen seurannassa.

Simonin (2014) mukaan modernit tietojärjestelmät kamppailevat tiedon tarkkuutta ja luotettavuutta vähentävän datan kahdentumisen kanssa. Alkuperäinen data ja toiminasta syntyvä data voivat kahdentua koostaessa sekä jakaessa dataa tietovarastoista. Haneem ym. (2017) mukaan ongelma syntyy tietojärjestelmän pyytäessä dataa päätietovarastosta ja pyyntöjen toteuttamista nopeuttavista paikallisista tietovarastoista (data mart).

Tietojärjestelmät hyödyntävät pääsääntöisesti relaatiotietokantoja, joista tietojärjestelmä ei itse kykene vahvistamaan kahdentunutta tietoa ja päättelemään alkuperäistä dataa (Kaarlejärvi & Salminen 2018). Euroopan keskuspankki (2021) toteaa raportissaan datan kahdentumisen ongelman ratkaisemisen helpottavan organisaatioiden tietohallintoa ja mahdollistaisi tehokkuuden lisäyksen tietohallinnon prosesseissa, ja siten välillisesti olisi lisäys myös taloushallinnon tehokkuudessa.

Dataa voi automaattisesti analysoida sekä raportoida moduulilla tai ulkoisilla taloushallinnon sovelluksilla. Hyvönen ym. (2009) toteavat tietojärjestelmien yleisesti keräävän ja koostavan informaation muista organisaation operatiivisista prosesseista ja jättävän sen taloushallinnon funktiolle käsiteltäväksi. Tietojärjestelmä ei siis itse vastaa täysin organisaation analytiikasta, vaan sitä on myös mahdollista räätälöidä. Tietojärjestelmät sisältävät omat standardiprosessinsa, jotka edustavat ainakin osittain parhaita käytäntöjä. Parhaat käytännöt eivät kuitenkaan välttämättä ole yksittäisen organisaation kannalta tehokkain tai paras ratkaisu. Tietojärjestelmien moduulinen rakenne mahdollistaa kuitenkin ulkopuolisten palveluiden integroimisen osaksi tietojärjestelmiä ja lisää osittain räätälöinnin mahdollisuutta. Räätälöinnit ovat kuitenkin usein kalliita operaatioita ja haastavia päivitettäviä. Ulkopuoliset palvelut ovat vaihtoehto tietojärjestelmän standardiratkaisuiden lisänä, jolloin tietojärjestelmän vaatimus kommunikaatiokyvykkyydelle korostuu.

Automaation osuus vähenee jatkuvasti mitä vaativammaksi informaation prosessointi muuttuu tietojärjestelmässä. Ihmisten rooli tietojärjestelmän osana korostuu erityisesti päätöksenteossa ja strategisessa suunnittelussa. Tietojärjestelmien ja teknologioiden kehitys on vaikuttanut taloushallinnon työnkuvaan, teknologian työstäessä yhä monimutkaisempia prosesseja taustalla, jolloin nykyinen rooli on muuttunut kohti strategista informaatiota hyödyntävään bisneskumppaniin (Huerta & Jensen 2017; Richins ym. 2017).

Vaikka tietojärjestelmä kytkeytyy koko organisaatioon ja korostaa datan rekisteröinnin merkitystä lopputuloksen kannalta, niin Scapensin ja Jazayerin (2003) mukaan tietojärjestelmät ovat ennemminkin keskittäneet tehtäviä niiden hajauttamisen sijaan koko organisaation leveydelle. Heidän mukaansa taloushallinnon yksinkertaisimmat prosessit muuttuvat yhä enemmän automaattisiksi ja samalla palveluita on voitu keskittää yhä enemmän yhteen globaaliin palvelupisteeseen tai ulkoistaa kokonaan organisaation ulkopuolelle. Tietojärjestelmän laaja kytkeytyminen ja tehtävien selkeä jakautuminen organisaatiossa voi edistää toimintojen siiloutumista.

Aydiner ym. (2019) mukaan hierarkkisten prosessien ja informaation välittymisen nopeutuminen tehostaa ongelmien ja mahdollisuuksien paikantamista, jolloin päätöksiä on mahdollista tehdä myös keskijohdossa ja organisaatioyksiköissä. Taloushallinnon näkökulmasta Tan ja Low (2019) argumentoivat taloushallinnon tietojärjestelmän muutoksen päätävävallan kuuluvan taloushallinnon johdolle, jotta ymmärrys uuden järjestelmän vaikutuksista taloushallinnon tehtäviin ja toiminnan vaatimuksista olisi selkeä.

Tietojärjestelmän integrointi ei kuitenkaan ole yksinkertainen prosessi, vaikka tietojärjestelmä tehostaa usein organisaation prosesseja. Chand ym. (2005) mukaan

tietojärjestelmän implementointi on merkittävästi lisännyt liiketoiminnan kustannustehokkuutta, nopeuttanut prosessien läpimenoaikaa ja tarjonnut johdolle parempaa informaatiota organisaation tilasta, mikä on johtanut tuottavuuden kasvuun. Organisaation tietojärjestelmät ovat runsaasti tutkittu aihe ja Gorlan ym. (2010) tutkimus osoittaaakin, että tietojärjestelmän laadulla on merkittävä positiivinen vaikutus organisaation suoriutumiseen suoralla ja epäsuoralla tavalla.

Sánchez-Rodríguez ja Spraakman (2012) väittävät osan tietojärjestelmän integroimista seuranneiden hyötyjen kunniasta saattaneen mennä itse tietojärjestelmälle, vaikka todellinen syy on ollut tietojärjestelmän vaatinut muutos epärationaalisissa ja vakiintuneissa rutiineissa. He perustelevat väitettään prosessien muutoksella kohti vallitsevia globaaleja käytäntöjä, jotka ovat sisäänrakennettu tietojärjestelmään. Tietojärjestelmän aiheuttamat vaikutukset eivät kuitenkaan tule organisaatiossa nopeasti ilmi, vaan niitä pysyy analysoimaan vasta ajan kuluttua. Vaikutuksien realisoituminen vie aikaa käytäntöjen ja toimintamallien muuttuessa (Gorla ym. 2010).

Organisaation on selvitettävä esteitä ennen integraatiota seuraavien hyötyjen realisoitumista. Granlund ja Malmi (2004) toteavat, että yleisimmät esteet muutokselle ovat olleet muutosprojektin pitkäkestoisuus, ylimääräinen kuormitus henkilöstölle ja muutosvastarinta. Keskeisimmät syyt epäonnistumiselle ovat inhimillisiä, vaikka teknologia olisikin itsessään toimiva, varsinkin uskomus teknologian olevan vain ohimenevä muoti-ilmiö aiheuttaa vastahakoisuutta käyttäjissä. Nicoletti (2017) toteaa kuitenkin tietojärjestelmien, jotka hyödyntävät uusinta ja tehokkainta teknologiaa tuottavan organisaatiolle kilpailuetua markkinoille. Luova uusien teknologioiden hyödyntäminen voi tuottaa uusia näkökulmia ja käytäntöjä vakiintuneisiin toimintoihin, kuten taloushallintoon (Aydinler ym. 2019).

4.3 Lohkoketjuteknologian kytkeytyminen taloushallinnon tietojärjestelmiin

Nicolettin (2017) mukaan isoimmat organisaatiot ovat keskittyneet uusien teknologioiden hyödyntämiseen osana toimintaansa ja yrittävät kaikin keinoin kuroa teknologista kuilua kiinni verrattuna startup-yrityksiin. Samanaikaisesti organisaatiot yrittävät muokata rakenteitaan entistä joustavimmiksi. Startup-yritykset pystyvät välttämään kyseiset haasteet yleensä orgaanisen rakenteen ja kehityskeskisen kulttuurinsa johdosta. Lohkoketjujen kehityksen aloittaneet startup-yritykset ovat hyödyntäneet julkisten lohkoketjujen mahdollisuuksia. Isommat organisaatiot ovat seuranneet innovaation kehitystä ja yrittäneet luoda omia yksityisiä lohkoketjujaan. Salzman (2018b) toteaaakin pienten yritysten

johtavan lohkoketjuteknologian kehitystä ja hyödyntämistä liiketoiminnan osana, sillä isommat organisaatiot ovat liian hitaita ja rakenteeltaan jäykkiä omaksumaan uusia sekä innovatiivisia teknologioita.

Nicolettin (2017) mukaan todellisuudessa useimmat organisaatiot ovat haluttomia disrumpoimaan omaa markkinaansa. Yleisimpinä syinä on pelko oman asiakaskunnan karnibalisoinnista ja nykyisen liiketoiminnan katteen pienentymisestä. Seurauksena on suosittu pieniä muutoksia liiketoiminnan kehityksessä ennemmin kuin isoja muutoksia prosessien perustuksissa. Lohkoketjuteknologialla on ollut leima välikäsiä leikkaavana teknologiana. Salzman (2018b) lisää lohkoketjuteknologian uhkaavan pienentää organisaatioiden voittomarginaalia lisäämällä globaalia kilpailua ja läpinäkyvyyttä toiminnassa.

Lohkoketjuista on vielä vähän konkreettisia sovelluksia osana organisaatioiden toimintaa, mikä osaltaan kuvastaa, kuinka kehittyvässä vaiheessa teknologia onkaan elinkaarellaan. Organisaatiot eivät ole avoimesti avanneet konkreettista lohkoketjujen yhdistämistä osaksi toimintaansa, vaan toteavat tutkivansa lohkoketjuja tai antavat suppean ja yleisluonteisen kuvauksen kokeilunsa käyttökohteesta. Euroopan keskuspankin (2021) tutkimus toteaa, että tällä hetkellä lohkoketjujen yhdistämisestä perinteiseen liiketoimintaan liittyvät ratkaisut ovat vielä sisäisiä prototyyppisiä, tai yhteisiä ja avoimia julkisia kokeiluja, joilla on kuitenkin saavutettu kiistatonta hyötyä jo nykyisiin prosesseihin verrattuna.

Lohkoketjuteknologian laajentumista organisaatioiden käytössä on hidastanut erityisesti puutteellinen yhteensopivuus muihin olemassa oleviin tietojärjestelmiin. Organisaatioiden näkökulmasta lohkoketjujen adaptaation keskeisin kysymys on yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa. Lohkoketjut ja hajautetut tilikirjat ovat vain tiedon varastoinnin ja siirron tukijärjestelmiä, joiden tavoitteena on lisätä tehokkuutta, läpinäkyvyyttä sekä virtaviivaistaa nykyisten prosessien monimutkaista rakennetta. (Nazarov & Shukla 2020.) Lohkoketjujen voidaan nähdä vaikuttavan enemmän datan keräämisen ja kirjausten rekisteröinnin tehtävissä, kuin raporttien ja analytiikan tai strategisissa tehtävissä. Uudet tutkimukset vahvistavat lohkoketjuteknologian kytkeytyvän ennemmin täydentävänä teknologiana kuin tehden nykyiset tietojärjestelmät tarpeettomiksi. Tan ja Low (2019) uskovat lohkoketjuteknologian olevan uusi tietokantamoottori (database engine) tulevaisuuden tietojärjestelmissä, jolloin muutokset konkretisoituvat teknisellä tasolla prosessissa, eivätkä käyttäjät välttämättä huomaisi muutoksia. Samoin Vincent ym. (2020) uskovat lohkoketjujen mullistavan enemmän tietokantojen rakenteita, kuin näkyviä

sovelluksia käyttäjille. Muutos taloushallintoon on piilevä ja käyttäjältä voisi siten jäädä helposti huomaamatta.

Organisaatioille vaikea valinta tapahtuu yksityisen ja avoimen lohkoketjun välillä, mikä vaikuttaa merkittävästi olemassa olevien järjestelmien yhdistämisen vaatimuksiin. Aiemmin organisaatiot ovat kokeilleet yksityisiä lohkoketjuja toimintansa osana. Koska lohkoketjun ideana on olla kaikille osapuolille läpinäkyvä, on ymmärrettävää, että pelko haitallisista tietovuodoista on olemassa. Perinteisillä organisaatioilla ei ole myöskään aiempaa kokemusta julkisten lohkoketjujen kanssa toimimisesta. (Jessel 2020.)

Tan ja Low (2019) uskovat taloushallinnon vaatimusten ja lohkoketjujen tarjoaman ratkaisun kytkeytyvän parhaiten yhteen yksityisessä lohkoketjussa. He perustelevat yksityisen lohkoketjun olevan todennäköisin valinta organisaation näkökulmasta, koska kontrolli lohkoketjusta ja verkkoon osallistujista täyttää nykyisen lainsäädännön esittämät vaatimukset paremmin, ja nykyiset laskentatoimen tietojärjestelmät ovat helpommin sovitettavissa yksityisen lohkoketjun päälle. Vincent ym. (2020) uskovat samalla tavalla organisaatioiden varovan julkisen lohkoketjun käyttöä osana informaatiokriittisiä prosessejaan, mutta toteavat toisaalta julkisen lohkoketjun lisäävän kaikkien osapuolten välistä luottamusta.

Tutkimuskirjallisuudessa on useita eri näkemyksiä, kuinka lohkoketjut leviävät ja kytkeytyvät nykyiseen toimintaan. Vincent ym. (2020) uskovat taloushallinnon ja lohkoketjujen yhteisen kehityksen alkavan isojen, globaalien konsulttitalojen tai organisaatioiden muodostamissa yksityisissä lohkoketjuissa taloushallinnon auditointipalveluista. Jatkossa painopiste siirtyy toimitusketjuihin ja älysopimuksiin, kunnes laajenee lopulta julkisiin ketjuihin, kunhan regulaation ja datan yksityisyyden ongelmat on ratkaistu. Vastaavasti O'Learyn (2017) mukaan lohkoketjujen kehitys käynnistyy konsulttitalojen yksityisistä tai hybridilohkoketjuista taloushallinnon auditoinnin tukena sekä toimitusketjun muodostamasta lohkoketjusta.

Tutkimuskirjallisuudessa ei ole kuitenkaan yhtenäistä näkemystä onko julkinen vai yksityinen lohkoketju organisaation käytössä sopivampi, sillä molemmat sisältävät omat haasteensa. Wang ja Kogan (2018) argumentoivat kuitenkin yksityistä lohkoketjua vastaan. Peukaloimattomuus ja läpinäkyvyys kaikille vaarantuu, eikä saavutettu konsensus tai luottamus ketjun informaatioon ole enää täydellinen, vaikka luottamuksellisen tiedon vuotamisen riski olisikin minimoitu. He lisäävät valinnan olevan vaikea ja ehdottavat hybridiratkaisua, jossa vain valtiollisilla toimijoilla olisi oikeus seurata arkaluontoista dataa.

Taloushallinnon näkökulmasta erityisesti arkaluontoista dataa, lohkoketjuja ja eri järjestelmien yhteensopivuutta on pyritty kiivaasti ratkaisemaan. Juels ym. (2021) osoittavat hajautettujen oraakkeliin olevan kykeneviä suojaamaan arkaluonteista informaatiota toteuttaessaan älysopimuksia lohkoketjun ulkopuolella. He uskovat lohkoketjujen yhdistyvän perinteisiin tietojärjestelmiin oraakkeliin palveluiden avulla ja keskuspankkien suunnitelmien digitaalisten valuuttojen toimivan lohkoketjujen kaltaisten järjestelmien välillä. Teknologian nopea kehitys ilmenee myös standardien puutteena, jolloin organisaation on vaikea määrittää parasta tapaa innovatiivisen teknologian yhdistämiseksi osaksi koko organisaation tietojärjestelmää, mikä on siten myös vaikeuttanut kytkeytymistä taloushallintoon.

Organisaatioiden näkökulmasta lohkoketjujen tarjoama turvallisuus ja vahvistettavuus yhdistettynä yrityssalaisuuksien pitämiseen ovat integraation tavoiteltu lopputulos. Organisaation kynnys omaksua lohkoketjuteknologiaa on huomattavasti pienempi, mikäli salaisuuksien säilyminen pystytään turvaamaan esimerkiksi nykyisessä tietojärjestelmässä, mutta lohkoketjuteknologian tuottamat hyödyt saadaan silti lisättyä järjestelmään. Vincent ym. (2020) toteavat älysopimusten ja nykyisten tietojärjestelmien yhtenevyyden olevan edelleen tutkimuksen alla, mutta Juels ym. (2021) esittävät hajautettuja oraakkeliin palveluita eri järjestelmiä yhdistäväksi tekijäksi. Oraakkeliin palvelut mahdollistavat kirjausten syntymisen ja prosessoinnin sekä avoimessa lohkoketjussa että perinteisissä tietojärjestelmissä, jolloin syntyneen ratkaisun voidaan todeta olevan hybridimalli eli yhdistelmä molempia (Euroopan keskuspankki 2021).

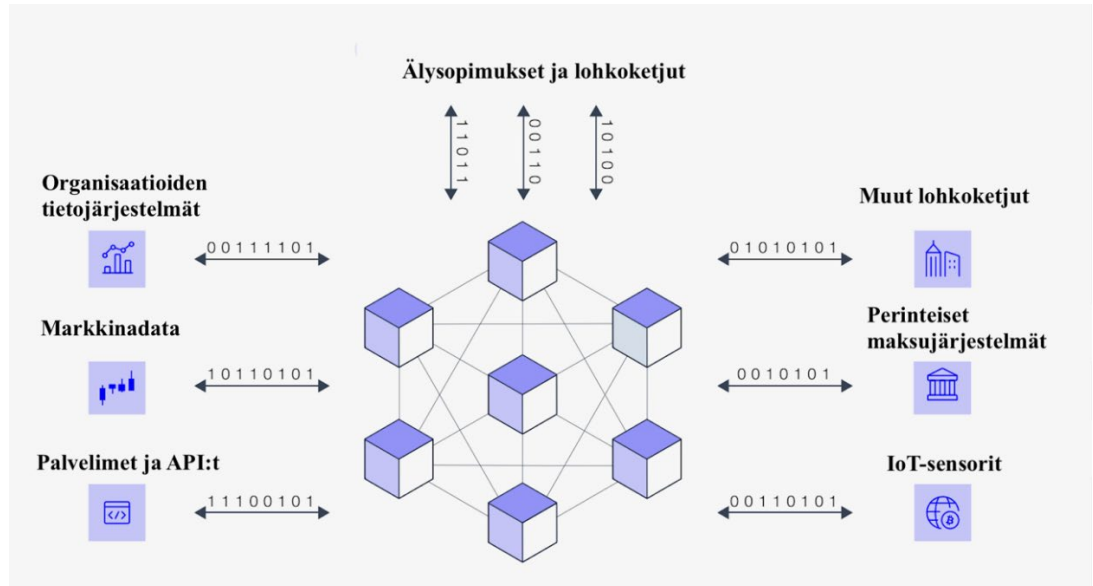
Standardiratkaisuiden puuttuminen on hidastanut adaptaatiota, sillä ei ole vielä yhtä hyväksi havaittua mallia, joka toimisi enemmistökäyttäjien kohdalla. Esteitä on kuitenkin pyritty murtamaan luomalla standardisoituja työkaluja, jotka olisivat helposti omaksuttavissa osaksi nykyisiä järjestelmiä. Esimerkkinä toimii Microsoftin, EY:n, Consensysin, Chainlinkin ja monien muiden toimijoiden kehittämä Baseline Protocol, yrityksille suunnattu lohkoketjuprojekti. Järjestelmä on rakennettu kaikille avoimen Ethereum-lohkoketjun päälle ja tarkoituksena on standardisoida organisaatioiden API:t (Application programming interface⁷) yhteensopiviksi lohkoketjuihin (Jessel 2020).

Maailman talousfoorumi (2020) näkee nykyisen API-yhteiskunnan (API economy) mahdollistaman alustatalouden yhdistyvän lohkoketjuihin hajautettujen

⁷ API:lla tarkoitetaan ohjelmointirajapintaa, mikä mahdollistaa sovellusten jakavan keskenään tietoja ja toimintoja (Moilanen ym. 2018).

oraakkelipalveluiden avulla. Esimerkiksi hajautetun oraakkeliverkoston toiminnan standardoineen Chainlinkin kautta. Hajautetut oraakkelipalvelut toimivat kriittisenä kerroksena yhdistäen nykyiset tietojärjestelmät ja olemassa olevat ohjelmointirajapinnat lohkoketjuihin, muodostaen yhden hallittavan kokonaisuuden, joka täyttää isojen organisaatioiden vaatimukset turvallisuudelle ja yksityisyydelle. Samaa näkemystä edustaa Euroopan keskuspankin (2021) tekemä selvitys. EKP:n mukaan lohkoketjujen ja nykyisten järjestelmien yhteensopivuus saavutetaan älysopimusten sekä oraakkeliin avulla. Esimerkiksi kirjaus tai transaktio taloushallinnon tietojärjestelmässä seuraa asian ennalta määritelty tapahtuma lohkoketjussa.

Nazarovin ja Shuklan (2020) kuviossa 8 kuutiot edustavat hajautettuja oraakkeleita, jotka koostavat dataa eri lähteistä lohkoketjuun ja älysopimuksiin, kuten ERP-järjestelmistä, pilvipalveluista, web-palvelimilta API:en kautta, IoT-sensoreista, maksujärjestelmistä ja markkinoiden hintasyötteistä. Lopulta lohkoketjun rooliksi jäisi toimia kaikkien kirjausten tilikirjana, josta on helppo vahvistaa transaktioiden paikkansapitävyys. Hajautettujen oraakkeliverkoston luottamus on arvioitavissa niiden historiallisen käyttäytymisen perusteella, joka on käyttäjille läpinäkyvää lohkoketjujen kaltaisesti. (Juels ym. 2021.)



Kuvio 8 Hajautettujen oraakkeliverkoston kytkeytyminen (vrt. Nazarov & Shukla 2020)

Euroopan keskuspankin (2021) tekemän selvityksen mukaan nykyisten järjestelmien yhteensopivuus on perustunut erilaisiin standardeihin, jotka tarjoavat infrastruktuurin ja

osallistuvat toiminnan linkkinä, kuten SWIFT:in⁸ ja erilaisten API:en. Nazarov ja Shukla (2020) näkevät hajautettujen oraakkelipalveluiden ja Baseline Protocol kaltaisten välikappalepalveluiden, olevan kriittisessä asemassa lohkoketjuteknologian integraatiossa osaksi liiketoimintaa ja nykyisiä prosesseja. Välikappaleiden avulla olisi mahdollista kommunikoida lohkoketjun kanssa ilman arkaluontoisen datan tallentamista lohkoketjuun kaikkien nähtäville, mutta silti saavuttaa matemaattinen varmuus jokaiselle osapuolelle. Baseline Protocolin tyylisten palveluiden ja laajemman yritystoiminnan integraatio edellyttää oraakkelipalveluiden toimivuutta. Palvelun on kyettävä toimittamaan dataa älysopimusten sisälle ja samalla pitämään lohkoketjujen luottamuksen vahvistettavuuden voimassa. Ulkopuolisen datan virheiden riski minimoidaan yhdistämällä dataa useammasta standardoidusta hajautetusta oraakkelipalvelusta, jotta poikkeamat eivät aiheuttaisi riskiä älysopimukselle⁹. Oraakkelien mahdollistama kommunikaatio eri järjestelmien ja lohkoketjujen välillä ratkaisee ison haasteen adaptaation kannalta. (Jessel 2020; Maailmanpankki 2021.)

Euroopan keskuspankin raportin (2021) mukaan organisaatioiden haasteena lohkoketjujen kytkemiseen nykyisiin prosesseihin ja tietojärjestelmiin on myös yksityisen avaimen hallinnan ja säilyttämisen ratkaiseminen sekä asiakkaan tuntemiseen liittyvien vaatimuksien täyttäminen. Usean lohkoketjuihin liitetyn ongelman ratkaiseminen vaikuttaa olevan mahdollista hajautetuilla oraakkeliverkostoilla, jotka voivat vaikuttaa organisaation päätökseen hyödyntää lohkoketjuteknologiaa osana toimintaansa. Juels ym. (2021) toteavat hajautettujen oraakkeliverkostojen ratkaisevan myös yksityisen avaimen hallinnan ongelman. Lohkoketjuun on mahdollista tehdä kirjauksia suoraan perinteisten järjestelmien kautta oraakkelien kommunikoidessa lohkoketjun ja esimerkiksi taloushallinnon tietojärjestelmän kanssa ilman käyttäjän huolta teknisestä toteutuksesta. Adaptaatio oraakkeliverkostojen avulla virtaviivaistaa integraatioprosessia ja poistaa monia esteitä konkreettiselta kytkeytymiseltä.

Teknologiatoimittajat ovat ilmaisseet kiinnostuksensa lohkoketjujen palvelullistamiseen, esimerkiksi Amazon Web Services (AWS) tarjoaa ensimmäistä BaaS-palveluaan (Blockchain as a Service, BaaS) (Amazon Web Services 2021). BaaS-palvelussa palveluntuottaja vastaa tilikirjojen hoitamisesta ja tarjoaa pilven kautta asiakkaille väylän

⁸ SWIFT tarjoaa pankkimaailman viestintäjärjestelmän, jolla tehdään valuuttatransaktioita eri instituutioiden välillä luotettavasti.

⁹ Hajautettujen oraakkeliverkostojen toimintalogiikkaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti Juelsin ym. (2021) tutkimuksessa.

yhdistyä lohkoketjuun. Mattilan ym. (2019) mukaan BaaS-palvelulla ei ole juurikaan yhteneväisyyttä avointen lohkoketjujen kanssa, mutta esimerkiksi AWS:n (2021) mukaan BaaS-palvelu mahdollistaa myös toiminnan Ethereumin avoimessa lohkoketjussa tai vaihtoehtoisessa yksityisessä lohkoketjussa käyttäjän toiveiden mukaisesti. AWS:n (2021) tavoitteena on madaltaa jo pilvipalveluiden käyttäjien kynnystä kokeilla lohkoketjuja tarjoamalla ohjelmoitavia ja yhdistettäviä rajapintoja sovelluksille. Organisaatioiden näkökulmasta lohkoketjut palveluna nopeuttaisivat mahdollisuutta ottaa palvelu käyttöön, eivätkä organisaatiot itse joutuisi vastaamaan teknisestä toteutuksesta. Tällöin lohkoketjut voidaan ymmärtää moduulina, joka olisi liitettävissä nykyisiin tietojärjestelmiin ja siten välillisesti taloushallintoon.

Riippuen lohkoketjuteknologian implementoinnin tavasta, se voi muistuttaa kärjistetyt vain tietojärjestelmän päivitystä, mikäli se tulee paketoituna jo entuudestaan tuttujen teknologiatoimittajien, kuten Microsoftin, AWS:n tai SAP:in palveluna. Esimerkiksi suora yhteys Microsoft Excelin tai Wordin käyttöliittymästä älysovimukseen oraakkelin välityksellä, ei aiheuttaisi isoa muutosta nykyisiin rutiineihin.

4.4 Lohkoketjuteknologian aiheuttamat muutokset taloushallinnon tietojärjestelmiin

Teknologia on yleisesti organisaation näkökulmasta nähty työkaluna, joka vaikuttaa toimintaan kolmella eri tavalla. Gupta ja Tham (2018) jakavat teknologian vaikutukset kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäiseksi teknologia on mahdollistanut manuaalisen työn korvaamisen algoritmeilla ja koneilla, jolloin organisaation automaation aste on noussut. Toiseksi teknologia on lisännyt runsaasti informaatiota ja siten markkinoista on tullut tasapuolisemmat vähentäen asymmetrisestä informaatiosta hyötyjiä. Kolmanneksi uusi teknologia on virtaviivaistanut prosesseja eliminoimalla tarpeettomia välikäsiä sekä madaltanut kustannuksia.

Nicolettin (2017) tutkimus osoittaa isojen organisaatioiden hioneen vuosia sisäistä tehokkuutta huippuunsa nykyisillä järjestelmillä ja käytännöillä, tehden prosesseista mahdollisimman kustannustehokkaita, jolloin ylimääräiset vaiheet on jo pääsääntöisesti karistettu pois. Hän jatkaa organisaatioiden laiminlyöneen disruptiivisten teknologioiden todennäköisyyttä mullistaa nykyisiä järjestelmiä ja toimintaympäristöä. Taloushallinnon funktio ei ole kokenut merkittäviä muutoksia, vaikka digitalisaatio on muuttanut organisaatioiden toimintaa.

Lohkoketjuteknologian vaikutuksia on tutkittu laskentatoimen ja kirjanpidon tukena. Coyne ja McMickle (2017) päätyivät tutkimuksessaan kolmeen esteeseen, miksi lohkoketjuteknologia ei sovellu tai aiheuta muutoksia nykyisiin taloushallinnon tietojärjestelmiin. Ensimmäiseksi julkiset lohkoketjut eivät sovellu taloushallinnon arkaluonteiselle informaatiolle. Toiseksi yksityinen lohkoketju, joka ratkaisisi ensimmäisen ongelman aiheuttaa riskin manipulaatiolle, sillä yksityinen lohkoketju ei ole yhtä turvallinen kuin avoin lohkoketju. Kolmanneksi he eivät näe, miksi lohkoketju toisi lisäarvoa perinteiseen tietojärjestelmään muutoin kuin kirjausten osalta. Fuller ja Markelevich (2019) lisäävät vaikutusten esteisiin teknologian skaalautuvuuden ja käyttökustannukset.

Coynen ja McMicklen (2017) tutkimuksen jälkeen lohkoketjuteknologiassa on tapahtunut runsaasti kehitystä, jolloin on syytä verrata, onko kehitystä tapahtunut heidän esittämiensä esteiden suhteen. Vincent ym. (2020) uskovat nykyisten teknisten ongelmien, kuten skaalautuvuuden, transaktioiden nopeuden ja energiankulutuksen ratkeavan luonnollisesti ajan kuluessa ja ymmärryksen kehittyessä. Tätä voidaan verrata Internetin kehitykseen. Internet ei aluksi ollut skaalautuva, vain harvojen saatavilla ja kallis käytettävä. Huolimatta hajautettujen oraakkeli palveluiden kehityksestä ja lähestyvistä skaalautuvuutta parantavien ratkaisujen ensimmäisistä julkaisuista, julkiseen ja hajautettuun lohkoketjuun itsessään ei ole vielä saatu isossa mittakaavassa implementoitua skaalautuvuutta ratkovia innovaatioita. Suositun Ethereum-lohkoketjun käyttö on toistaiseksi ollut kallista ja transaktiot ovat viipyneet kapasiteetin pullonkaulan rajoittaessa toimintaa.

Pohjautuen useisiin uusiin tutkimuksiin, kuten Nazarovin ja Shuklan (2020), Euroopan keskuspankin (2021), Maailmanpankin (2021) sekä Juelsin ym. (2021) esittämiin hajautettujen oraakkeliin ja älysopimusten mahdollistamiin ratkaisuihin olisi mahdollista yhdistää nykyiset taloushallinnon tietojärjestelmät oraakkeliin välityksellä suoraan lohkoketjuihin ja älysopimuksiin. Yhdistäminen ei välttämättä aiheuttaisi ollenkaan näkyvää muutosta organisaation muodollisessa toiminnassa. Tällaisessa tapauksessa muutokset olisivat teknisellä tasolla vaikuttavia, eivätkä välttämättä näkyisi taloushallinnon tehtävien periaatteellisena muutoksena, vaan käytännön näkökulmasta informaation luotettavuuden paranemisena sekä toiminnan tehostumisena. Oletettavissa on taloushallintoon saatavan informaation laadun kasvun johtuvan informaation symmetrian paranemisesta. O'Leary (2017) toteaa datan olevan autenttista ja peukaloimatonta, mikä lisäisi taloushallinnon tuottaman informaation luotettavuutta päätöksenteon tukena.

Vaikka informaatio paranisi lohkoketjuteknologian adaptaation myötä Vincent ym. (2020) eivät usko lohkoketjujen korvaavan nykyisiä taloushallinnon tietojärjestelmiä.

Organisaatioille olisi liian riskistä taloudellisesti ja toiminnallisesti muokata täysin uusiksi nykyiset prosessit sekä järjestelmät. He kuitenkin odottavat lohkoketjujen integroituvan osaksi nykyistä toimintaa, sillä se laskisi dramaattisesti päällekkäisen informaation määrää eri organisaatioissa ja parantaisi informaation laatua. Teknologisemmasta näkökulmasta Juels ym. (2021) toteavat lohkoketjujen kehityksen olleen nopeaa, mutta lohkoketjujen kehitys ei toistaiseksi kuitenkaan ole tukenut muita organisaation tietojärjestelmiä, mikä on aiheuttanut haasteita omaksua lohkoketjuja muun toiminnan osaksi.

AlSaqa ym. (2019) tutkivat lohkoketjuteknologian potentiaalia enemmän taloushallinnon näkökulmasta. Heidän tutkimuksensa mukaan lohkoketjuteknologia lisää tehokkuutta perinteiseen taloushallinnon tietojärjestelmään verrattuna. Prosessien nopeutuminen, petosten mahdollisuuksien väheneminen raportoinnissa ja samalla reaaliaikaisemman kokonaiskuvan tuottaminen lisää taloushallinnosta saatavaa informaatiota.

Nazarov ja Shukla (2020) uskovat perinteisten tietojärjestelmien ja oraakkeli palveluiden kommunikaation automatisoinnin laskevan kokonaiskustannuksia organisaatioissa. Hajautetut oraakkeli verkostot ovat kuitenkin äärimmäisen uusi ratkaisu lohkoketjuteknologian kehityksen saralla. Kaleemin ja Shin (2021) mukaan hajautettujen oraakkeli palveluiden hyödyntämisestä ei vielä ole runsaasti käytännönläheistä tutkimusta. Oraakkeli palveluiden kysyntä on ollut kasvavaa vuosien 2019 ja 2020 aikana, mutta toistaiseksi oraakkeleita ja älysopimuksia on hyödynnetty käytännössä lähinnä DeFi-palveluiden (Decentralized Finance) mahdollistajana, muiden sovellusten puuttuessa vielä markkinoilta. (Kaleem & Shi 2021.)

Taipaleenmäen ja Ikäheimon (2013) tutkimukseen verratessa tietojärjestelmän tehtävien jalkautumisesta Yu ym. (2018), Appelbaum & Smith (2018), AlSaqa ym. (2019) näkevät lohkoketjuteknologialla myös mahdollisuuksia datan analysoinnissa ja raportoinnissa. Mahdollisuudet ovat vielä erittäin spekulatiivisella tasolla, jolloin konkreettisia vaikutuksia on vaikea ennakoida. Lohkoketjuista ja siihen talletetusta datasta voisi olla tulevaisuudessa mahdollista luoda automaattisia taloushallinnon raportteja, kuten älysopimusten avulla tilinpäätöksiä, jotka olisivat reaaliaikaisia, luotettavia ja muuttumattomia. Prosessien automaatio älysopimuksin tehostaisi entisestään taloushallinnon tehtäviä ja vapauttaisi aikaa muihin enemmän analysointia vaativiin tehtäviin. Muutokset taloushallinnon raporteissa ja kirjanpidossa olisivat lisääntynyt läpinäkyvyys ja transaktioiden auditoinnin helpottuminen. Toisaalta älysopimuksen auditoinnin merkitys korostuu huomattavasti suhteessa muihin toimintoihin, jotta voidaan luottaa saadun informaation olevan relevanttia.

Verratessa perinteisiin organisaation ja taloushallinnon tietojärjestelmiin, lohkoketjujen ja älysopimusten suurimmat hyödyt syntyvät kommunikaatiosta eri toimijoiden välillä. Vahvistettu ja matemaattinen luottamus sekä transaktioiden peukaloimattomuus mahdollistavat nykyistä laajemmat automaattiset toiminnot eri organisaatioiden ja instituutioiden välillä. Pidemmälle viety automaatio tehostaa toimintoja. Esimerkiksi lainan korko voi reaaliaikaisesti muuttua velallisen organisaation riskisyyden mukaan, jolloin informaation epäsymmetrian poistuminen hyödyttää molempia osapuolia. Taloushallinnossa taas laskuprosesseja voidaan nopeuttaa hajautetuin oraakkeli-verkostoin. Etenkin ostolaskuprosessissa IoT-sensorien rekisteröidessä ja hyväksyessä toimituksen, maksu siirtyy älysopimuksen avulla välittömästi toimittajalle ja kaikesta toiminnasta jää merkintä molemmille osapuolille kirjanpitoa varten julkiseen lohkoketjuun. Koko prosessi laskun saapumisesta arkistointiin ja maksuun tapahtuisi automaattisesti. Tällainen automaatio olisi optimitilanteessa yhdistettävissä jokaiseen organisaation prosessiin.

Perinteiset tietojärjestelmät eivät kykene saavuttamaan vastaavaa luottamuksen tuottamaa verkostovaikutusta ilman lohkoketjuteknologiaa. Lohkoketjuteknologian aiheuttama muutospainne ja organisaation saama hyöty kasvavat nopeasti uusien sidosryhmien omaksuessa teknologiaa käyttöönsä, samoin loogisesti voidaan olettaa teknologian menettävän nopeasti arvonsa, jos sille ei löydy riittävästi käyttäjiä.

Verkostovaikutukset ja yhdistettävyyys ovat merkittävä ero verrattuna perinteisiin tietojärjestelmiin. Juels ym. (2021) mukaan kustannukset liittyä verkostoon pienenevät yksittäisille toimijoille verkoston koon kasvaessa. Myös Nazarov ja Shukla (2020) toteavat lohkoketjujen ja älysopimusten vallankumouksen olevan verrannollinen verkostovaikutuksiin, ja osapuolien saama lisäarvo suurenee osallistujien lukumäärän lisääntyessä. He uskovat lohkoketjujen kehityksen myötäilevän vahvasti Internetin kehitystä ja adaptaatiota osaksi organisaatioiden toimintaa, sillä Internet ei yksin verkkona ole kenenkään kontrolloitavissa tai yksittäisen valtion lakien alla. Internet vapautti tietokoneiden potentiaalin ja muutosta seurasi Internetin adaptaatio merkittäväksi osaksi yhteiskuntaa, joka rinnastetaan melkein jo jokaisen perusoikeutena.

Yu ym. (2018) mukaan myös perinteisten instituutioiden, jotka haluavat ajantasaista tietoa tapahtumista, ovat kannustettuja lähteä lohkoketjuun ylläpitäjäksi. Vastaavaa näkemystä edustavat Juels ym. (2021) toteamalla perinteisillä instituutioilla olevan kannustinta lähteä julkisesti omalla nimellään ylläpitämään oraakkeleita hajautetussa oraakkeli-verkossa, jolloin myös perinteinen mainepohjainen luottamus voidaan antaa oraakkelia hyödyntäville organisaatioille. Hyvin suoriutuva, instituution julkisesti ylläpitämä

oraakkeli voi edustaa organisaation odotuksia, kulttuuria ja arvoja muille sidosryhmille ja toimia peilinä esimerkillisestä suoriutumisesta organisaatiosta, aiheuttaen painetta muille kilpaileville organisaatioille.

Taulukko 2 tiivistää nykyisen tutkimuskirjallisuuden tarjoamat ratkaisut ja seuraukset Coynen ja McMicklen (2017) sekä Fullerin ja Markelevichin (2019) esittämiin argumentteihin, miksi lohkoketjuteknologia ei sovellu tai aiheuta muutoksia nykyisiin taloushallinnon tietojärjestelmiin. Uusin tutkimuskirjallisuus osoittaa että, lohkoketjuteknologian luontainen kypsyminen ja kehitys ovat ratkaisemassa arkaluonteisen informaation säilymisen salaisena hybridiällysopimusten ja hajautettujen oraakkeliverkostojen avulla. Matemaattinen luottamus on mahdollista saavuttaa, vaikka kaikkea informaatiota ei laiteta julkisesti muiden nähtäville. Informaation osittainen salassapito ratkaisee myös turvallisuusongelman yksityisen lohkoketjun kohdalla. Tällöin kaikki osapuolet ovat kannustettuja hyödyntämään julkisia lohkoketjuja, eikä yksityiselle lohkoketjulle ole selvää valintaa tukeavaa argumenttia. Skaalautuvuuden ratkaisemisesta ei vielä ole takeita, sillä etenkin L2-ratkaisut ovat vielä täysin uusia, eikä tutkimuskirjallisuutta konkreettisista vaikutuksista ole vielä saatavilla. Lohkoketjuteknologian lisäarvosta taloushallinnossa on viitteitä mahdollisuuksien muodossa, erityisesti potentiaaliset verkostovaikutukset voivat luoda merkittävän eron nykyisiin järjestelmiin verrattuna tuottamalla automaatiota eri organisaatioiden ja palveluiden välillä. Kuitenkin hajautettujen oraakkeliverkostojen laajemman tutkimuskirjallisuuden uupuminen rajoittaa vaikutusten käsittelyn tarkkuutta. Ratkaisut ovat toistaiseksi enemmän teoreettisella tasolla kuin käytännönläheisiä taloushallinnon tietojärjestelmien näkökulmasta.

Taulukko 2 Lohkoketjuteknologian kehitys taloushallinnon tietojärjestelmän osaksi

Ongelmat	Haasteet	Ratkaisut	Vaikutukset
Informaation arkaluonteisuus julkisessa lohkoketjussa.	Matemaattisen luottamuksen saavuttaminen, ilman informaation vuotamista ulkopuolisille.	Hybridiälysopimukset ja hajautetut oraakkelipalvelut pitävät arkaluonteiset tiedot ketjun ulkopuolella, mutta rekisteröivät konsensuksen ketjussa.	Luotettavat ja peukaloimattomat kirjaukset.
Yksityinen lohkoketju ei ole yhtä luotettava kuin avoin lohkoketju.	Riski manipuloinnille, lohkoketjuteknologian luotettavuus heikkenee.	Julkisten tai hybridilohkoketjujen käyttäminen.	Yksityiset lohkoketjut katoavat tai toimivat testialustana.
Muu lisäarvo perinteiseen tietojärjestelmään verrattuna.	Erittäin kehittyvässä vaiheessa olevan teknologian implementoinnin riskit.	Standardiratkaisujen kehittäminen ja lohkoketjuteknologian kypsyminen ennen laajempaa adaptaatiota.	Melcalfen laki ja verkostovaikutukset eri teknologioiden kommunikaatiossa.
Skaalautuvuus ja käyttökustannukset.	Samanaikaisten transaktioiden kasvattaminen, ilman turvallisuuden laskua.	Lohkoketjun toimintalogiikan kehittäminen, esimerkiksi Ethereumin siirtyminen PoW -> PoS-konsensukseen ja L2-ratkaisut.	Käyttökustannukset laskevat ja kapasiteetin kasvu mahdollistaa täysin uusia sovelluskohteita.

Skaalautuvuus, yhteensopivuus ja yksityisyys ovat edelleen jossakin määrin taloushallinnon lohkoketjuihin liittyviä haasteita, jotka odottavat vielä standardisoituja ja käytännönläheisiä ratkaisuja. Jo nyt on mahdollista havaita ensimmäisten vakavasti otettavien ratkaisujen alkavan ilmestyä. Odotettavissa onkin organisaatioiden hyödyntävän joko yksityisiä tai hybridilohkoketjuja ainakin, kunnes julkinen lohkoketju on ratkaissut skaalautuvuuden ja transaktiokustannusten aiheuttamat haasteet. Nykyisen näkemyksen perustella hybridiälysopimukset ja hajautetut oraakkeliverkostot mahdollistavat eri lohkoketjujen ja tietojärjestelmien välisen yhteistoiminnan pitäen informaation salaisena, mutta oraakkelit ovat vielä itsekkin muotoutumassa ja lopullisia vaikutuksia on vaikea ennakoida.

5 TALOUSHALLINNON YMPÄRISTÖN INSTITUTIONAALISET PAINEET

5.1 Taloushallinnon tietojärjestelmät institutionaalisten muutospainoiden alla

Organisaatioiden rakenne muovaa sosiaalista ympäristöä pyrkien edustamaan kyseisen ajanhetken julkista mielipidettä. Organisaatioiden ympäristöt ovat kuitenkin jatkuvassa muutoksessa, ja ympäristön muutos voi aiheuttaa organisaatiossa epävarmuutta. Ympäristössä leviävä epävarmuus voi aiheuttaa myös epävakautta organisaation sisällä. Asatiani ym. (2019) mukaan epävarmuus organisaatiossa ilmenee yllättävänä tapahtumana käyttäytymisen tai ympäristön muutoksessa, jota ei ole osattu laskea ja ennakoita.

Tietojärjestelmät sekä teknologiat vastaavat sekä sisäiseen että ympäristön epävarmuuteen standardoimalla käytäntöjä organisaatioissa (Hammad ym. 2013). Vaikka tietojärjestelmät pyrkivät luomaan standardeja ja tuomaan vakautta, niin tietojärjestelmän implementointi voi itsessään aiheuttaa jo runsaasti epävarmuutta. Tämän takia tietojärjestelmät ovat hyviä kohteita tutkia organisaatiomuutosta. Quattronen ja Hopperin (2001) mukaan tietojärjestelmän implementointia seuraa usein jännite organisaation prosessien, työntekijöiden roolien ja rutiinien uudistamiselle. Organisaation taloushallinto toimii siis tietojärjestelmän prosessoiman informaation käyttäjänä. Burns ja Scapensin (2000) instituutioitumisen muutosprosessin viitekehys vastaa sisäiseen epävarmuuteen. Huolimatta tietojärjestelmän tiukasta kytkeytymisestä organisaation sisäisiin tekijöihin, kuten rakenteeseen, prosesseihin, työntekijöihin ja käytössä olevaan muuhun teknologiaan, tietojärjestelmät ovat samanaikaisesti organisaation ulkopuolisten institutionaalisten logiikoiden vaikutuksen alaisia. DiMaggion ja Powellin (1983) viitekehys institutionaalisen isomorfismin paineista kuvaa ulkoisia epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä.

Taloudelliset paineet. DiMaggion ja Powellin (1983) viitekehyksessä globaalit kriisit ja talouden suhdannevaihtelut edustavat taloudellisia paineita, jotka aiheuttavat ympäristössä epävarmuutta. Lähihistoriasta merkittävä isomorfismia kiihdyttänyt muutos organisaatioiden toimintaympäristössä oli vuoden 2008 finanssikriisi ja sitä seurannut globaali epävarmuus. Epävarmuus on johtanut informaatioteknologian kehityksen kiihtymiseen, erityisesti talouden ja finanssiteknologian (Fintech) osalta. Globaalit kriisit ovat usein otollisia ajankohtia uudistaa teknologioita ja korjata järjestelmässä esiintyneitä valuvikoja, jotka ovat mahdollisesti myötävaikuttaneet kriisin kehittymiseen.

Taloudellisia paineita edustaa myös globaalin kilpailun kiristyminen. Johdon paine saavuttaa kustannussäästöjä kiristyneessä kilpailussa, mutta samanaikaisesti kasvattaa tuottavuutta ja toimia innovatiivisesti voi aiheuttaa sisäisiä jännitteitä. Granlundin ja Malmmin mukaan (2004) taloushallinnon kokema roolimuuutos ulkoisten kilpailupaineiden johdosta vaatii jatkuvasti tehokkaampia prosesseja ja suurempia kustannussäästöjä. Vastavasti sisäisesti painetta aiheuttavat vaatimukset virheettömälle, täsmälliselle ja nopeasti saatavilla olevalle informaatiolle, joka kuitenkin pitäisi jatkuvasti tuottaa entistä kustannustehokkaammin. Paradoksinomaisesti tehokkuutta lisäävät tietojärjestelmien kehitysprojektit sitovat runsaasti asianomaisten aikaa pois ydintoiminnoista.

Teknologian kehittyminen voi aiheuttaa organisaatioille paineita päivittää nykyistä järjestelmää tai implementoida kokonaan uusi tietojärjestelmä. Murguia (2018) toteaa pilviteknologian muuttaneen organisaation sisällä ihmisten käytännön rutiineita. Muuttuneet rutiinit ilmenevät tietojärjestelmien ja pilviteknologian mahdollistamasta yhteisvaikutuksesta. Merkitys on korostunut äärimmilleen COVID-19-pandemian ja sitä seuranneiden rajoitusten yhteydessä. Ihmiset ovat tehneet etätyötä, mikä on pakottanut organisaatioita nopealla aikataululla sopeuttamaan toimintaansa muuttuvaan ympäristöön, ja tuottamaan organisaation oleellisia toimintoja ajasta tai paikasta riippumatta.

Pakottavat paineet. Pakottavien paineiden näkökulmasta Suomessa ei ole viime vuosina tehty suuria muutoksia organisaatioiden taloushallintoa tai taloushallinnon tietojärjestelmiä ohjaavassa lainsäädännössä. Esimerkkinä isosta muutoksesta pakottavissa paineissa oli sähköisen taloushallinnon salliva lainmuutos 1990-luvun lopulla (Mäkinen & Vuorio 2002). Lainsäädännön muutos vaikutti vapauttavasti taloushallinnon pakottaviin paineisiin. Aiemman lainsäädännön vaatimusten löysentäminen mahdollisti organisaatioiden taloushallinnossa uusia toimintatapoja ja käytäntöjä. Toimintaa voitiin dokumentoida digitaalisesti paperisen kirjanpidon sijaan ja silti täyttäen toiminnalle asetut raamit (Mänttari-Van der Kuip ym. 2018).

Globaalilla tasolla tarkasteltuna kansainväliset standardit asettavat taloushallinnon toiminnalle vaatimuksia. IFRS:n (international financial reporting standards) kaltaisten kansainvälisten standardien voidaan nähdä harmonisoineen tietojärjestelmien suunnittelua ja soveltamista taloushallinnon tehtävissä. Hussainin ja Hoquen (2002) mukaan kansainvälisten standardien lisäksi globaalit instituutiot voivat aiheuttaa organisaatioille painetta yhtenäistää käytäntöjä.

Normatiiviset paineet. Tietotekniikan kehitys vaikuttaa taloushallintoon suoraan sekä välillisesti, esimerkiksi taloushallinnon henkilöiden roolin muutokseen odotusten ja

vaatimusten kautta normatiivisena paineena. Henkilöstön opettaminen teknologian käyttäjiksi ja sidosryhmien odotukset osaamisesta luovat normatiivista painetta organisaatiossa. Taloushallinnon osaajat työskentelevät jatkuvasti ympäristössä, jossa on ymmärrettävä ja osattava soveltaa teknologian tarjoamaa potentiaalia. (Granlund & Malmi 2004.) Tietojärjestelmän tehtävänä on standardisoida dataa ja tehdä siitä helposti käsiteltävää. Taloushallinnon osaajilta edellytetään laajaa ymmärrystä koko organisaation toiminnasta, jotta käsittelystä seuraava arvo on organisaatiolle merkityksellinen.

Datan ja tietojärjestelmien merkityksen korostuessa organisaatioissa ovat myös henkilöstön vaatimukset muuttuneet runsaasti. Yliopistot, konsultit, alansa ammattilaiset ja media levittävät arvoja sekä uskomuksia, jotka legitimoivat käyttäytymisen odotuksia. Taloushallinnon tietojärjestelmän hyödyntäminen organisaatiossa edellyttää käyttäjiltään laskentatoimen osaamisen lisäksi myös tietoteknistä tuntemusta. Tulevaisuuden teknologioiden aiheuttamia mahdollisia muutoksia laskentatoimessa ja laskentatoimen osaajissa on tutkittu runsaasti. Aiemmissa tutkimuksissa käsittely on ollut big data -analytiikan ja tekoälyn näkökulmasta. (Huerta & Jensen 2017; Richins ym. 2017.) Yliopistojen tutkimuksissa ja opetuksessa esiintyvät teknologiat legitimoivat olemassa olevien tietojärjestelmien asemaa hyväksyttynä taloushallinnon ja laskentatoimen osana. Uusien teknologioiden yhdistäminen jo vakiintuneeseen teknologiaan osaltaan vahvistaa jo instituutioinneen aseman pysyvyyttä. Instituutioitunut asema vahvistaa legitimitettä ja suojaa nykyisiä käytäntöjä isommilta muutoksilta (Järvenpää 2009).

Jäljittelevät prosessit. Konsulttien mielipiteet voivat edustaa normatiivisia ja arvoja määrittäviä odotuksia, mutta kuitenkin DiMaggio ja Powell (1983) määrittävät konsulttipalveluiden edustavan myös jäljitteleviä prosesseja. Tietojärjestelmä toimitetaan organisaatioon vallitsevan yleisimmän käytännön mukaan, mutta yleisin ratkaisu voi olla myös organisaatiolle soveltumaton. Globaaleja standardeja ei ole tietojärjestelmän hyödyntämiseen organisaatiossa, jolloin organisaatio saattaa kokea painetta omaksua teknologia-toimittajan antamat valmiit parametrit tai konsulttipalveluiden suosittelemat käytännöt. Granlund (2011) toteaa konsulttipalveluiden roolin korostuneen tietojärjestelmän valinnassa ja implementoinnin päätöksenteossa.

Granlund ja Malmi (2004) korostavat, että organisaatioissa on myös tyypillistä ratsastaa trendeillä ja luoda hyvää mielikuvaa ulospäin. Organisaatiot voivat ilmoittaa julkisesti hyödyntävänsä muodikkaita toimintoja tai teknologioita osana toimintaansa vahvistakseen mielikuvaansa kilpailuilla markkinoilla. Organisaatiot kuitenkin hautaavat usein kehitysprojektinsa teknologian hypen laantuessa (Granlund & Malmi 2004). Uusi

teknologia herättää kiinnostusta ja innostusta lupauksillaan organisaatiossa, mutta myöhemmin konkretisoituva rationaalinen arviointi voi muuttaa näkökulman. Granlund ja Lukka (1998b) kategorisoivat konsulttipalveluiden ja kopioitujen parhaiden käytäntöjen edustavan jäljitteleviä prosesseja, jotka ohjaavat organisaatioita keskenään homogeenisemmaksi.

Sisäiset muutokset. Hussain ja Hoque (2002) toteavat ulkoisten paineiden vaikuttuvan myös organisaation sisäisiin prosesseihin. Vaikka organisaatio yrittää edustaa yhteiskunnan hyväksytyjä mielipiteitä legitimiteetin maksimoimiseksi, organisaation sisälläkin tapahtuu sosiaalista vuorovaikutusta instituutioiden ja käytännön välillä. Burns ja Scapens (2000) selittävät viitekehyksessään vuorovaikutuksen esiintyvän sääntöjen ja rutiinien välisenä muutoksena.

Scapens ja Jazayeri (2003) toteavat taloushallinnon tietojärjestelmien vähentävän rutiinituneita mekaanisia prosesseja automaation takia, mutta samanaikaisesti taloushallinnon tietojärjestelmän vahvistavan yhtä oikeaa rutiininomaista tapaa työskennellä. Yksi suositeltu toimintamalli lisää prosessien samankaltaisuuksia organisaatioiden kesken. Tietojärjestelmä on hyödytön, ellei dataa rekisteröidä järjestelmään oikeaoppisesti järjestelmän vaatimalla tavalla. Tietojärjestelmä asettaa siis selvät säännöt hyväksytylle toiminnalle. Säännöt ja tietojärjestelmän edellyttämät toimintamallit eivät välttämättä sovi organisaation nykyisiin käytäntöihin ja rutiineihin.

Järjestelmä voi muuttaa aikaisempia rutiineja. Rutiinien muutos johtaa jännitteisiin toimijoiden välisissä suhteissa, käytännöissä ja organisaation sisäisissä valta-asemissa. Nicolettin mukaan (2017) organisaatiossa muutokset asemansa vakiinnuttaneissa toiminoissa, kuten taloushallinnossa ja finanssiteknologiassa, voivat aiheuttaa isoja muutoksia käytännön prosesseissa ja osaltaan lisäävät muutosvastarintaa. Muutosvastarinnassa työntekijät vastustavat organisaatiossa suunniteltuja muutoksia joko aktiivisesti tai passiivisesti.

Tsamenyin ym. (2006) mukaan muutosvastarinta on yleensä suurempaa kokeneempien ja vanhempien työntekijöiden keskuudessa, joiden työruutiinit ovat erittäin instituutituneita. Organisaation sääntöjä on suhteellisen nopea muuttaa päätöksillä. Kuitenkin viimeisenä muuttuvat ihmisten rutiinit, sillä kokemuksesta ja omaksutuista prosesseista tulee taakka (Mäkinen & Vuorio 2002). Hankalinta on vakiintuneiden rutiinien hidas muutos, elleivät ihmiset muuta asenteitaan teknologian hyödyntämisen suhteen. Ilman kunnollista koulutusta uuteen järjestelmään työntekijät eivät ole halukkaita omaksumaan

uutta rooliaan tietojärjestelmän käyttäjinä. Toisaalta tietojärjestelmä voi muuttua myös hitaasti käyttäjien ehdoilla ajan kuluessa (Quattrone & Hopper 2001).

Uutta tietojärjestelmää organisaatiossa vastustetaan työntekijöiden pelätessä lisääntyneen automaation vievän heidän työpaikkansa. Osa taloushallinnon tietojärjestelmien käyttäjistä eivät välttämättä ymmärrä mistä tai miten data rakentuu järjestelmän koostamalle raportille. Mikäli päätöksentekojärjestelmä piilottaa sisäisen toimintalogiikkansa käyttäjältään, kutsutaan sitä mustaksi laatikoksi (black box). Mustan laatikon teoria kuvaa prosessia, jossa käyttäjä näkee vain syötteen ja tuloksen, muttei itse prosessia (Guidotti ym. 2018). Granlund (2011) toteaa taloushallinnon tietojärjestelmän kehittyvän ja vaikuttavan organisaatiossa mustan laatikon kaltaisesti, sillä harvalla käyttäjällä on todellista tietoa toimintaprosessista, joka on johtanut juuri tähän lopputulemaan. Tietojärjestelmän päivitys uudempaan teknologiaan sen ollessa osana nykyistä hyväksyttyä järjestelmää, voi vähentää organisaatiossa muutosvastarintaa ja legitimoida aseman nopeammin.

5.2 Lohkoketjuteknologian käyttöönottoa tukevat muutokset institutionaalisessa ympäristössä

Lohkoketjut edustavat anonymiteettiä, hajautettuja rakenteita ja olematonta hierarkiaa yrittämällä eliminoida markkinoille luottamusta tarjoavia instituutioita. Frolovin (2021) mukaan lohkoketjututkimukset olettavat usein liian yksipuolisesti ja naiivisti lohkoketjujen eliminoivan lopulta kaikki instituutiot ja luovan yhteiskunnasta täysin hajautetun. Lohkoketjuteknologian toimintalogiikka sekä ideologia ovat keskeisesti erilaisia kuin nykyisten teknologioiden toiminta, jolloin on odotettavissa jännitteitä lohkoketjuteknologian ja länsimäisen maailmankatsomukseen välillä. Friedandin ja Alfordin (1991) mukaan länsimäistä maailmankatsomusta edustavat usko vapaisiin markkinoihin ja demokratiaan, kapitalismi ja byrokraattiset hallintorakenteet, joita yksilöt, organisaatiot ja yhteiskunta pystyvät muuttamaan. Organisaatiot pyrkivät maksimoimaan legitimitettinsä turvatakseen selviytymisensä ja edustaakseen yhteiskunnan arvoja.

Taloudelliset paineet. Maailmassa on tapahtunut runsaasti muutoksia kymmenen viime vuoden aikana. Globaali epävarmuus nykyistä talousjärjestelmää kohtaan ja paine finanssipolitiikkaa kohtaan on lisääntynyt. Epävarmuutta nykyistä järjestelmää kohtaan ovat lisänneet COVID-19-pandemia, ja sitä seurannut runsas velkaantuminen sekä määrällinen elvytys (quantitative easing). Bakerin ja Wiganin (2017) mukaan globaalit kriisit ja niistä johtuvat sosiaaliset sekä taloudelliset kustannukset ovat hedelmällisiä alustoja

isoille muutoksille. 2020-luvun alun runsasta talouden elvytystä on seurannut eri instituutioiden kohonnut kiinnostus DeFI:iin sekä muihin virtuaalivaluuttoihin (Fox 2021).

Runsaasti ulkoista painetta aiheuttanut COVID-19-pandemia on radikaalisti muuttanut organisaatioiden toimintaympäristöjä. Vapaata liikkuvuutta on rajoitettu, mikä on korostanut globaalin yhteistyön herkkyyttä sekä vaikuttanut ihmisten työskentelyrutiineihin etätyöskentelyn muodossa. Muutos työskentelyrutiineissa on pakottanut organisaatioita muuttumaan enemmän digitaalisiksi ja hajautetuiksi. Muutokset rutiineissa ovat kiihdyttänyt olemassa olevien instituutioiden kyseenalaistamista, erityisesti toimitusketjujen ongelmien ilmetessä ja vastapuoliriskin suurentuessa. Epävarmuutta valtioiden välillä ovat aiheuttaneet häiriöt toimitusketjuissa ja kansainvälisten sopimusten noudattamatta jättäminen koronavirusrokotteiden jakamisessa valtioiden kesken. Lohkoketjuteknologian adaptaatio globaalin kriisin seurauksena on tullut esille vakavasti harkittavana vaihtoehtona nykyisten järjestelmien heikkouksien paljastuttua (Pawczuk ym. 2020).

Hyödyntäen DiMaggion ja Powellin (1983) viitekehystä institutionaalisista paineista, on nykyisessä ympäristössä havaittavissa suurta talouden epävarmuutta. Lisääntynyt velkaantuneisuus sekä valtioiden harrastama määrällinen elvytys lisäävät epävarmuutta jo valmiiksi aroilla globaaleilla markkinoilla. Kriisin esiin nostamat heikkoudet nykyisissä järjestelmissä ovat johtaneet vakiintuneiden instituutioiden kyseenalaistamiseen. Barleyn ja Tolbertin (1997) mukaan instituution muutos on todennäköisimmillään, kun yllättävä ulkopuolinen tapahtuma häiritsee nykyisten instituutioiden legitimitettiä. Teknologiset innovaatiot, globaalit kriisit ja taloudelliset vaihtelut voidaan ymmärtää ulkopuolisina tapahtumina. Taloudellisten paineiden näkökulmasta ympäristö nykyisellään on suosiollinen lohkoketjuteknologian adaptaatiolle.

Pakottavat paineet. Pakottavia paineita edustavat kansainväliset sopimukset ja lait sekä globaalit toimijat. Lohkoketjuteknologialle ei ole olemassa yhtenäistä lainsäädäntöä tai globaaleja suosituksia. Teknologian voidaan nähdä vielä hakevan asemaansa lainsäädännön näkökulmasta, vaikkakin lainsäädäntöä on yritetty luoda. Paikallisten lakien puuttuminen, nykyisten lakien sopimattomuus ja lainsäädännön hitaus vaikeuttavat lohkoketjuteknologian käyttämistä osana organisaatioiden toimintaa. Howell ja Potgieter (2021) nostavat älysopimuksen regulaation haastavuuden esille, sillä älysopimusta ei kolmas osapuoli voi kontrolloida julkisessa lohkoketjussa. Tämä eliminoi lainsäädännön mahdollisuuden toimintaan puuttumiseen. Toisaalta lainsäädännön puuttumattomuus mahdollistaa kahdenkeskisiä sopimuksia valtioiden rajojen yli, vaikkei luottoa valtion instituutioiden vilpittömyyteen olisikaan.

Pakottaviin paineisiin vaikuttaa kansainvälisten instituutioiden toiminta, kuten EU ja sen asettamat vaatimukset. Fuller ja Makelevich (2019) toteavat EU:n asettaman GDPR:n (general data protection regulation) olevan soveltumaton lohkoketjujen tapaukseen, johon tuen anonymiteetistä ja transaktiohistorian pysyvyydestä. Suurimmat hyödyt voivat jäädä kuitenkin saavuttamatta, jos lainsäädäntö sopeutuu muuttuvaan tilanteeseen liian hitaasti. Lohkoketjut ensimmäisenä reguloiva ja integroiva valtio voi saavuttaa teknologian kehityksen keskittyneen aseman. Lohkoketjuteknologian asema yleishyödyllisenä teknologia-pohjana, voi aiheuttaa lukuisia ennennäkemättömiä innovaatioita ja sovelluksia. Frolovin (2021) mukaan kumulatiiviset hyödyt kannustavat toimimaan edelläkävijänä.

Lontoon finanssimaailmaa edustava TheCityUK (2021) suosittaa päättäjiä laatimaan selkeitä oikeudellisia määritelmiä ja sääntöjä, jotka eivät perustu yksin lohkoketjuteknologian toimintaan, vaan olisivat sovellettavissa myös perinteisiin järjestelmiin. Heidän mukaansa nykyisiä sääntelyitä ja lakeja on mahdollista muokata tarvittaessa nopeastikin. Mikäli lakien määritelmät selkeytyvät lohkoketjuteknologialla tuotettavat palvelut eivät välttämättä tarvitse isoja muutoksia lakeihin, vaan olisivat lähes sopivia nykyisen lainsäädännön alaisuuteen. TheCityUK:n (2021) mukaan Britannian oli strategisesti kannattavaa toimia edelläkävijänä, sillä Lontoo on jo nyt taloudellisesti yksi maailman tärkeimmistä keskuksista. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen pioneerinä legitimoisi Lontoon vaikutusvaltaista asemaa myös tulevaisuudessa. Legitimiteetin etsintä voi edesauttaa muutosta ja nykyisten valtarakenteiden kyseenalaistamista (Järvenpää 2009). Pakottavien paineiden ympäristön näkökulmasta tarvitaan vielä lainsäädännön selkeyttämistä, jotta lohkoketjuteknologian yleistymisen olisi todennäköisempää.

Normatiiviset paineet. Lainsäädännön osittainen muuttaminen voisi olla teknisesti kohtuullisen nopea prosessi. Jotta muutos saisi riittävästi kannatusta toteutuakseen tarvitaan arvojen muuttumista. Poliittisen ja julkisen mielipiteen muutos on pidemmän aikavälin legitimointia, jolloin normatiivisen paineen sisältämät odotukset ja arvot korostuvat. (Baker & Wigan 2017). Yritystä olemassa olevien instituutioiden haastamisesta on havaittavissa normatiivisten paineiden ympäristössä. Baker & Wigan (2017) luonnehtivat TheCityUK:ta¹⁰ Britannian merkittävämmäksi lobbausryhmäksi, joka pääsääntöisesti vastaa Lontoon finanssimaailman lobbauksesta ja resursseista. Rahoitusmaailman lobbauksella on ollut merkittävä vaikutus nykyisten lakien ja päätösten asettumisessa, sillä

¹⁰ TheCityUK koostuu maailman vaikutusvaltaisimpien yritysten hallituksen puheenjohtajista, toimitusjohtajista ja talousjohtajista. (TheCityUk 2021b).

globaalit instituutiot ovat merkittävässä asemassa yhteiskunnan toiminnan tukipilareina. Lobbauksella on tarkoitus vaikuttaa erityisesti yhteiskunnan päättävissä rooleissa toimivien henkilöiden arvoihin, sääntöihin ja käyttäytymisen odotuksiin. Päättävissä rooleissa toimivat henkilöt legitimoivat sosiaalisesta näkökulmasta käydessään keskustelua julkisesti ja samanaikaisesti voivat suoraan vaikuttaa pakottaviin paineisiin.

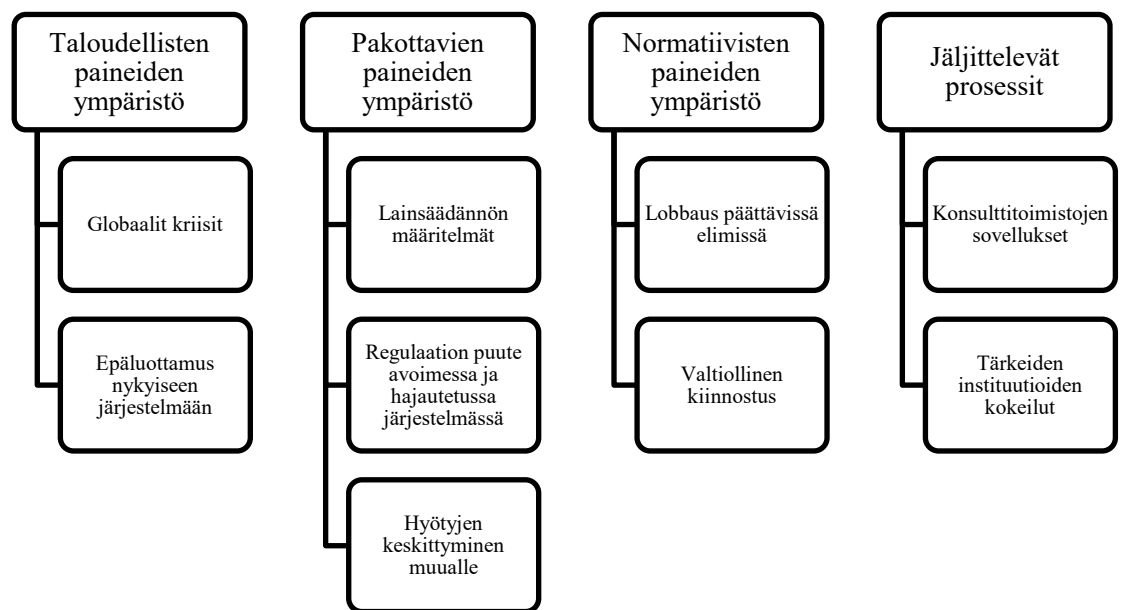
Yhteiskunnallisesti merkittävien instituutioiden myönteinen reagointi ja lohkoketjuteknologian hyödyntäminen osana toimintaa voi heijastua myös muihin organisaatioihin. Pienemmät organisaatiot omaksuvat arvovaltaisten ja yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisten instituutioiden uudet arvot ja normit legitimoidakseen organisaationsa ulkopuolisten silmissä. Esimerkiksi Kiinassa keskuspankki ylläpitää lohkoketjuteknologiaan rakennettua digijuania. Kiina ei kuitenkaan ole avannut lohkoketjunsä toimintaperiaatteita julkisesti, sillä keskuspankilla on mahdollisuus hallita järjestelmään liittyviä käyttäjiä ja valvoa heidän transaktioitansa. (Kauppalehti 2021b.) Normatiivisia paineita on kuitenkin havaittavissa valtioiden ja tärkeiden instituutioiden välisessä toiminnassa, sillä Kiina ei ole ainoa taho, joka on ilmaissut kiinnostumisensa lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä. Euroopan keskuspankin johtaja Christine Lagarde on esittänyt EKP:n kiinnostuneen luomaan oman lohkoketjuteknologiaan perustuvan digieuron osittain vastauksena virtuaalivaluuttojen aiheuttamaan uhkaan. Ensimmäisiä selvityksiä digieurosta instituutioiden käytössä on jo tehty. (Euroopan keskuspankki 2020.) Lohkoketjut kiinnostavat valtioita myös kansallisen strategian tasolla. Maailmanpankin (2021) mukaan myös Intia ja Saksa ovat linjanneet kansallisessa strategiassaan lohkoketjujen integroinnin osaksi yhteiskuntaa. Tärkeiden instituutioiden muutokset arvoissa ja käyttäytymisen odotuksissa edustavat organisaatioiden ympäristön kokemaa normatiivista painetta. Normatiivinen ympäristö ei ole vielä muuttunut, mutta pyrkimys muutokseen on selvästi havaittavissa.

Jäljittelevät prosessit. Jäljittelevät prosessit vastaavat ympäristön epävarmuuteen. Epävarmuuden haastaessa organisaation olemassaoloa, yritetään tyypillisesti jäljitellä menestyvien organisaatioiden käytäntöjä ja hyödynnetään konsultointipalveluita. Konsulttipalvelut ovat huomanneet lohkoketjuteknologian potentiaalin ja ovat innokkaasti kehittämässä lohkoketjuteknologiaa nykyiseen ympäristöön sopivaksi omien sovellutusten kautta. Appelbaumin ja Smithin (2018) mukaan kansainväliset konsultointitoimistot ovat kehittäneet jo tilintarkastukseen ja auditointiin sopivia lohkoketjuratkaisuja.

Vastaavaa muutosta on havaittavissa keskeisten rahoitusmarkkinoilla toimivien instituutioiden, kuten Maailmanpankin, Euroopan keskuspankin sekä Euroopan

investointipankin lohkoketjuteknologiaan liittyvässä viestinnässä. Julkiset kokeilut ja myönteiset kommentit lohkoketjuteknologiasta voidaan tunnistaa legitimoivan lohkoketjuteknologian asemaa uutena merkityksellisenä innovaationa, jota on soveliaista hyödyntää organisaatioissa. Lohkoketjuteknologian käytännön sovelluksia instituutioiden sekä organisaatioiden käytössä on kuitenkin vaikea kopioida, sillä julkisesti ei ole annettu yksityiskohtaista informaatiota, kuinka lohkoketjuteknologiaa on käytetty. Vaikka jäljitteleviä prosesseja on vaikeampi havaita lohkoketjuteknologian institutionaalisesta ympäristöstä, voidaan silti havaita muutosta ainakin yhteiskunnallisesti tärkeiden instituutioiden tasolla.

Kuvio 9 tiivistää institutionaalisesta ympäristöstä muokkaavat paineet DiMaggion ja Powellin (1983) viitekehyksen pohjalta. Lohkoketjuteknologiasta oli tunnistettavissa muutoksen todennäköisyyttä edistäviä ja jarruttavia ajureita.



Kuvio 9 Lohkoketjuteknologian institutionaalista ympäristöstä muokkaavat ajurit

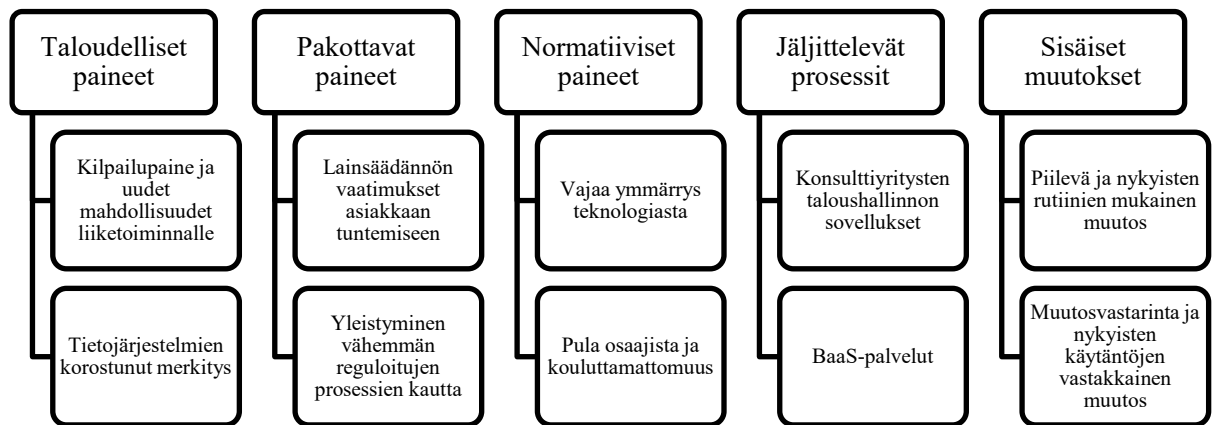
Taloudellisten paineiden ympäristön, jota globaalit kriisit ja epäluottamus nykyiseen järjestelmään edustavat, voidaan nähdä kannustavan lohkoketjuteknologian nopeampaan omaksumiseen. Pakottavat paineet olivat selvästi ainoa institutionaalista ympäristöstä jarruttava tekijä. Lainsäädäntö ei ole pysynyt lohkoketjujen perässä, sillä hajautettuun ja avoimeen ympäristöön on haastava rakentaa standardeja regulaatiolle. Potentiaalisten hyötyjen keskittyminen muualle kuitenkin kannustaa ratkaisemaan pakottavien paineiden ympäristön haasteita. Normatiivista painetta on myös selvästi havaittavissa.

Normatiiviset paineet määrittävät ammattimaisen ympäristön odotukset ja hyväksytyt menetöt työtehtävissä (DiMaggio & Powell 1983). Päättäjien lobbaus pakottavien paineiden ratkaisemiseksi vaikuttaa työympäristön muutokseen ja vahvistaa lohkoketjuteknologian asemaa hyväksyttynä sekä tehokkaana järjestelmänä. Erityisesti TheCityUK:n lobbaus vahvistaa Lontoon organisaatioiden edelläkävijyyden mielikuvaa ja legitimoit teknologian soveltuvuutta laajempaan käyttöön yhdessä maailman tärkeimmistä finanssikaupungeista. Valtioiden kiinnostus strategisesta näkökulmasta sekä ilmoitukset lohkoketjuteknologian käytöstä edustavat lohkoketjuteknologian yleistymisen kannalta suotuisaa ympäristön muutosta.

Jäljittelevät prosessit vastaavat ympäristön epävarmuuteen, mutta jäljittelevien prosessien voidaan nähdä olevan myös lähellä normatiivisia paineita. Rajat eivät ole aina selviä, vaikka johtuvatkin eri institutionaalisista paineista (DiMaggio & Powell 1983). Jäljitteleviä prosesseja on toistaiseksi vielä vaikea havaita, mutta kansainvälisesti tärkeiden instituutioiden julkiset kokeilut ja konsulttitoimistojen innokkuus päästä mukaan kehitykseen tuottamalla omia palveluita voidaan ymmärtää edustavan jäljittelevien prosessien ympäristön paineita.

5.3 Lohkoketjuteknologian institutionaaliset paineet organisaation näkökulmasta

Lohkoketjuteknologian institutionaalisesta ympäristöstä on havaittavissa selviä paineita, jotka samanaikaisesti edistävät sekä hidastavat laajempaa yleistymistä. Tässä alaluvussa tarkastellaan lohkoketjuteknologian institutionaalisia paineita enemmän organisaation ja taloushallinnon tietojärjestelmien näkökulmasta. Kuvio 10 yhdistää DiMaggion ja Powellin (1983) institutionaalisen ismorfismin paineita sekä Burns ja Scapensin (2000) viitekehyksen sisäisiä muutoksia organisaatiossa. Kuvio havainnollistaa organisaation taloushallintoon kohdistuvia lohkoketjuteknologian institutionaalisia paineita, joita kirjallisuudessa on mainittu tai kirjallisuuden perusteella on mahdollista päätellä.



Kuvio 10 Lohkoketjuteknologian institutionaaliset paineet taloushallinnossa

Taloudelliset paineet. Laajennetun isomorfisten paineiden viitekehyksen mukaan isomorfisiin vaikuttavista paineista globaalit kriisit ja edistynyt informaatioteknologia edustavat organisaatioon kohdistuvia taloudellisia paineita. Taloudellisiin paineisiin kuuluvat myös kehittynyt teknologia ja globaalit tietojärjestelmät. Lohkoketjuteknologian voidaan sanoa olevan edistysellinen teknologia ominaisuuksiensa ja mahdollisuuksiensa ansiosta. Lohkoketjuteknologian yleishyödyllinen potentiaali mahdollistaa toiminnan vaihtoehtoisena tietojärjestelmänä.

Nykyiset organisaatiot tavoittelevat uuden teknologian integraatiolla toiminnan kustannustehokkuuden lisäystä. Euroopan keskuspankin (2021) mukaan parempi informaatio ja kustannustehokkuus ajavat organisaatioita kehittämään ja kokeilemaan rohkeammin eri ratkaisuja osana liiketoimintaansa. Mikäli organisaatiot eivät ole halukkaita omaksumaan disruptiivisia teknologioita, niin startup-yritykset usein tarjoavat paremman liiketoimintamallin ja lisäarvon asiakkaalle hyödyntäen uusimpia teknologioita, johon nykyiset toimijat eivät välttämättä ole kykeneväisiä sopeutumaan. Nicoletti (2017) toteaa tasaisesti kiihtyvän digitalisaation aiheuttaneen runsaasti haasteita organisaatioille pysyä kehityksen mukana ja kilpailijoiden tasolla.

Uudet teknologiat ovat pääsääntöisesti lisänneet organisaatioiden tehokuutta jokaisella mittarilla (Nicoletti 2017). Digitalisaation omaksuneet organisaatiot ovat saavuttaneet kilpailuetua verrattuna kilpailijoihin. Isomorfisesta näkökulmasta olisi odotettavaa organisaatioiden omaksuvan lohkaketjuteknologian osaksi toimintojaan, sillä kiistattomia hyötyjä on osoitettu useissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Gupta ja Tham (2018) toteavat, että lohkaketjuteknologiat eivät vain tehosta nykyisiä prosesseja tai alenna

kustannuksia, vaan jo keskipitkällä aikavälillä luovat täysin uusia liiketoimintamahdollisuuksia, joita ei vielä ole mahdollista hahmottaa.

Lukka ja Granlund (1998) näkevät globaalin tietojärjestelmän tuottaman paremman informaation ja edistyneen teknologian olevan institutionaaliseen isomorfismiin ohjaavia tekijöitä, jotka lisäävät muiden organisaation painetta omaksua uusia teknologisia ratkaisuja. Mikäli lohkoketjuteknologian lupaukset realisoituvat myös perinteisessä liiketoiminnassa ja taloushallinnossa on odotettavissa useiden organisaatioiden alkavan hyödyntää lohkoketjuteknologiaa. Täten edistynyt informaatioteknologia kiihdyttäisi organisaatioiden välistä isomorfismia, kuten DiMaggion ja Powellin (1983) viitekehys selittää.

Pakottavat paineet. Lohkoketjuteknologian institutionaalisen ympäristön pakottavat paineet hidastavat toistaiseksi innovaation leviämistä. Lainsäädännön jäykkyys ja kehittymättömyys lohkoketjuteknologiaa koskien asettaa suuria rajoitteita innovatiivisille organisaatioille hyödyntää lohkoketjuja osana toimintaansa. Organisaatiot ja nykyinen lainsäädäntö edellyttävät KYC-periaatteita (know your customer). Lohkoketjuihin on vahvasti liitetty anonymiteetti, mikä on ristiriidassa lainsäädännön vaatimusten ja nykyisen toiminnan kanssa.

Pakottavien paineiden näkökulmasta lainsäädännön päätökset ovatkin merkityksellisiä lohkoketjujen tulevaisuuden osalta. Toisaalta yksittäiset innovaatiot kehittyvässä teknologiassa voivat viedä kehitystä nopeasti eteenpäin. Cornellin yliopiston tutkijatiimi, Zhang ym. (2020) ovat kehittäneet lohkoketjuihin soveltuvan DECO-protokollan, joka mahdollistaa yksityisen kommunikaation älysopimusten kesken. Asiakkaan tuntemiseen liittyvään haasteeseen liittyen DECO kykenee todentamaan osapuolten henkilöllisyyden ilman että asiakkaan täytyy tallentaa tietojaan lohkoketjuun. Osapuolten varmentaminen täyttää silti lohkoketjuteknologian luottamuksen ja läpinäkyvyyden vaatimukset. DECO-protokolla voisi siis täyttää organisaatioiden KYC-vaatimukset, mutta olla silti ulkopuolisille täysin anonyymia. Juels ym. (2021) vertaavat DECO:a rooliltaan webistä yleisesti tuttuihin https- ja tls-protokolliin, joilla suojataan nettiliikenteen viestintä. Jessel (2020) toteaa DECO:n kaltaisen palvelun mahdollistavan organisaatioiden välisen turvallisen kommunikoinnin lohkoketjujen kesken, ja jopa web-selaimesta kommunikoinnin lohkoketjuun.

Pakottavana paineena lainsäädäntö asettaa hidasteensa kehitykselle ja adaptaation laajuudelle yritysten näkökulmasta. Organisaatioiden taloushallinnon perspektiivistä pakottavat paineet ovat ratkaisevia, sillä taloushallinnon tehtävät ovat laissa määrättyjä. Toisaalta DECO antaa jo tulevaisuuden innovatiivisista mahdollisuuksista ensimmäisiä

esimerkkejä. Nykyisen lohkoketjuteknologian tutkimuskirjallisuuden perusteella pakottavia paineita edustava regulaatio on toistaiseksi vielä ratkaiseva este, ennen kuin lohkoketjuja voidaan konkreettisemmin ajatella taloushallinnon käytössä. Onkin todennäköisempää, että lohkoketjuteknologia yleistyy organisaatioissa vähemmän reguloitujen tehtävien kautta.

Normatiiviset paineet. Institutionaalisessa ympäristössä on havaittavissa muutosta normatiivisissa paineissa lobbauksen ja yhteiskunnallisesti tärkeiden instituutioiden legitimoidessa lohkoketjun potentiaalia yleishyödyllisenä teknologiana. Normatiiviset paineet ovat ihmisten arvoihin, sääntöihin, organisaation rooleihin ja käyttäytymisen odotuksiin vaikuttava tekijä. Lohkoketjuteknologia edistyksellisenä innovaationa korostaa entisestään datan ja tietojärjestelmän roolin merkitystä organisaatioissa asettaen vaatimuksia myös henkilöstön osaamiselle. Vaikka henkilöstön uudelleen kouluttaminen teknologian käyttäjäksi on mahdollista organisaatioissa, niin kuitenkin organisaatioon taloushallinnon isomorfismiin vaikuttaa enemmän sosiaalisen käyttäytymisen ja roolien odotukset. Taloushallinnon ammattilaisten aiempi koulutus, media ja tutkimuskirjallisuus ohjaavat taloushallinnon kehityksen odotuksia sekä hyväksyttävien tekniikoiden muotoutumista myös organisaation sisällä. Hopper ja Major (2007) toteavat tutkimuskirjallisuuden, median ja konsulttien uskomuksen toimintalaskennan ylivoimaisuuteen nopeuttaneen sen leviämistä eri organisaatioihin, selittäen organisaatioiden taloushallinnon käytäntöjen isomorfismia.

Organisaatioissa ja yleisessä mielipiteessä on vielä puutteellinen ymmärrys mitä lohkoketjuteknologia on, ja mitä lohkoketjuteknologia mahdollistaa digitaalisen arvon siirron lisäksi. Frolov (2021) toteaa erityisen ongelmalliseksi bitcoinin sekä lohkoketjujen mieltämisen samaksi asiaksi. Lohkoketjuteknologian hidas kehitys taloushallintoon sopivaksi teknologiaksi ja taloushallinnon ammattilaisten heikko ymmärrys voi lohkoketjuteknologiasta selittyä tiedon siiloutumisella (Cai 2021). Lohkoketjuteknologia ei ole vielä levinnyt ja yhdistynyt laskentatoimen opetukseen sekä tutkimuskirjallisuuteen¹¹ vastaavalla tavalla kuin big data ja tekoäly. Lohkoketjuteknologian korostuminen tulevaisuudessa laskentatoimen tutkimuksissa voi legitimoida sen asemaa, ja lisätä valmistuvien opiskelijoiden ymmärrystä eri teknologioiden soveltamisesta osana taloushallintoa.

¹¹ Yolla ja Yigitbasioglu (2019) tutkivat kirjallisuuskatsauksessa johdon laskentatoimeen keskittyneitä tutkimusjulkaisuita. Vuonna 2018 teknologiaan tai tietojärjestelmiin liittyneistä julkaisuista vain 13 % käsitteli lohkoketjuteknologiaa, verrattuna tekoälyn 29 % osuuteen sekä big dataan liittyviin artikkeleihin 50 % osuudella. He lisäävät, että viimeisen 25 vuoden aikana vain alle 2 % kaikista laskentatoimen artikkeleista käsitteli taloushallinnon tietojärjestelmiä.

Lohkoketjuteknologia on suhteellisen nuori innovaatio, joka on täytynyt omatoimisesti opetella. Tämä voi osaltaan selittää nykyistä siiloutumista. Jules ym. (2021) toteavat, että pelkästään jo osaavista lohkoketjujen kehittäjistä olevan runsaasti pulaa, eikä organisaatioilla ole välttämättä resursseja kilpailla parhaista osaajista markkinoilla. Käyttäytymisen odotukset ja yleiset mielipiteet edustavat normatiivista painetta. Lohkoketjuteknologian ja taloushallinnon osalta muutos normatiivisissa paineissa voi viedä runsaasti aikaa, ennen kuin taloushallinnot kokevat isomorfista painetta lohkoketjuteknologian käytön odotusten aiheuttamana.

Jäljittelevät prosessit. Lohkoketjuteknologiaa ei ole vielä yhdistetty vaikuttamaan koko taloushallinnon tehtäväkentässä, vaan kehitys on alkanut yksittäisistä toiminnoista. Akateeminen kirjallisuus ei ole pysynyt käytännön kehityksen mukana, vaan isoimmat konsulttitoimistot ovat reagoineet lohkoketjuteknologian mahdollisuuksiin vielä nopeammin. Konsulttitoimistot ovat laajoissa konsortioissa kehittämässä lohkoketjuteknologiaa useilla eri rintamilla kehittäen älysopimuksia, hajautettuja palveluita, välikappaleita nykyisten järjestelmien välille ja hybridilohkoketjuja (Cai 2021). Taloushallinnon tietojärjestelmien näkökulmasta mielenkiintoisimmat kehitysprojektit ovat olleet tilintarkastukseen, digitaalisiin sopimuksiin, nykyisiin tietojärjestelmiin yhdistämiseen ja laskutukseen sekä maksuihin liittyviä.

Teknologian kehittyvät ominaisuudet vaikuttavat parhaiden käytäntöjen puuttumiseen. On kuitenkin todennäköistä, että asemansa legitimoineiden teknologiajättien tai yhteiskunnallisten keskeisten instituutioiden tekemä valinta määrittää lohkoketjuteknologian isomorfista painetta muille organisaatioille. Jäljitteleviä prosesseja voidaan jo havaita globaalien Bank of American ja Goldman Sachs'n kaltaisten liikepankkien, keskuspankkien, kuten EKP, ja maksuinfrastruktuurin tarjoajien, kuten Visa, suhtautumisen muutoksena kielteisestä myönteiseen ja lohkoketjuteknologian käyttöönottamisena osana prosessejaan. Isot teknologiatoimittajat, kuten Microsoft, Amazon ja Google ovat myös kiinnostuneita lohkoketjuteknologian tuottamisesta BaaS-palveluna (blockchain as a service). (Euroopan keskuspankki 2020; Amazon web services 2021; Fox 2021; Visa.com 2021). Burns'n ja Scapens'in (2000) viitekehys osoittaa rutiinien kyseenalaistamisen ja edelläkävijöiden tarkkailun mahdollistavan vaihtoehtoisen ymmärryksen, kuinka asioiden tulisi käytännössä toimia tehokkaammin. Tämä mahdollistaa vakiintuneiden instituutioiden muutoksen.

Sisäiset muutokset. Lohkoketjuteknologian kytkeytymisen tapa organisaatioon määrittää myös sisäisten instituutioiden haastamisen voimakkuuden. Mikäli

lohkoketjuteknologia yhdistyy hajautettujen oraakkeliverkoston avulla nykyisiin järjestelmiin toimien tietokantamoottorin roolissa, on varsin todennäköistä näkyvien muutoksien olevan minimaalisia käytännön taloushallinnon prosesseissa. Monet taloushallinnon tehtävät ovat jo valmiiksi automatisoituja, ja nykyinen taloushallinnon rooli on keskittynyt strategisena kumppanina ja tiedon loppukäyttäjänä toimimiseen.

Mikäli muutos on poikkeava nykyisiin toimintaprosesseihin verrattuna, muutoksen läpivieminen on haastavampaa kuin homogeenisen muutoksen. Jos taloushallinnon tietojärjestelmässä tapahtuu piilevä muutos, se ei välttämättä haasta institutionalisoitunutta asemaa (Burns & Scapens 2000). Lohkoketjuteknologian vähäisen oman osaamisen vuoksi organisaatioissa on odotettavissa integrointi ulkopuolisena palveluna. Lohkoketjuteknologia voi tulla päivityksenä ja osana nykyistä teknologiatoimittajan palvelua. Tällöin lohkoketjuteknologia toimisi organisaation tietojärjestelmän sisällä mustana laatikkona piilottaen teknologisen toiminnan käyttäjiltä. Vastaavaa kehitystä on ollut SaaS-palveluiden adaptaatiossa, jolloin teknisen kerroksen toiminnassa on tapahtunut muutoksia. Muutokset ovat tapahtuneet piilossa ollen siten yhdenmukaisia organisaation näkyvien käytäntöjen kanssa.

Taipaleenmäki ja Ikäheimo (2013) korostavat jo nykyisten taloushallinnon tietojärjestelmien luovan organisaatioon sisälle sokean luottamuksen, jota harvoin kyseenalaistetaan. Tietojärjestelmän raporttien datan monipuolistuessa sekä ympäristön epävarmuuden monimutkaistuessa taloushallinnon informaation kyseenalaistamattomuus korostuu. Lohkoketjuteknologia ei muuta institutioitunutta uskoa taloushallinnon tietojärjestelmän merkityksestä organisaatiossa. Lohkoketjuteknologian voidaan nähdä lisäävän sokeaa luottamusta taloushallinnon tietojärjestelmän tuottamaan informaatioon. Luottamusta lisää entisestään korostunut koodi on laki -ajattelu (code is law), koska lohkoketjuteknologia on rakennettu varmistamaan transaktioiden aitous ja luotettavuus.

Riippuen kytkeytymisen tavasta lohkoketjut voivat vaikuttaa eri tavoilla organisaatiossa. Mikäli hajautetut oraakkeliverkostot eivät kykene yhdistämään älysovimuksia ja lohkoketjuja organisaation olemassa oleviin järjestelmiin, on varsin epätodennäköistä lohkoketjujen yleistymisen lopulta osaksi taloushallinnon tietojärjestelmiä. Nykyiset prosessit ja tekniset vaatimukset kahdenkertaistuisivat, sillä kirjauksia pitäisi tehdä lohkoketjuun ja perinteiseen tietojärjestelmään. Lisääntynyt työ aiheuttaisi mitä luultavimmin muutosvastarintaa organisaation sisällä ja lisäisi organisaation kustannuksia.

Lohkoketjuteknologian aiheuttamat institutionaaliset paineet organisaatioissa ja taloushallinnon tietojärjestelmissä ovat osittain ennakoitavissa, vaikka teknologia ei ole

vielä yleistynyt organisaatioissa. Taloudellisia paineita organisaatioille aiheuttaa tietojärjestelmien jo korostunut merkitys ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien lisäämä paine omaksua lohkoketjuteknologia. Pakottavissa paineissa lainsäädännön merkitys on korostunut myös taloushallinnon näkökulmasta, minkä takia muutos taloushallinnossa tapahtuu myöhemmin kuin muissa vähemmän reguloiduissa organisaation prosesseissa. Taloushallinnon ja lohkoketjujen yhteisestä osaamisesta oli havaittavissa runsasta puutetta. Vajausta edistää levinnyt perehtymättömyys lohkoketjuteknologian toimintaan ja potentiaaliin, sillä se ei ole ollut yhtä edustettuna aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa verrattuna muihin teknologioihin. Taloushallintoon on kehitteillä jo konsultointiyritysten palveluita ja vastaavasti isot teknologiatoimittajat ovat tarjoamassa omia BaaS-palveluitaan.

Johtuen lohkoketjuteknologian kehityksen asteesta organisaation sisäisten muutosten analysointi on vielä haastavaa. Nykyisen tutkimuskirjallisuuden perusteella on mahdollista osoittaa, että sisäiset muutokset ja niihin suhtautuminen ovat vahvasti riippuvaisia muutoksen hetero- tai homogeenisuudesta organisaation nykyisiin rutiineihin verrattuna. Lohkoketjuteknologia kuitenkin korostaa jo nykyisten tietojärjestelmien aiheuttamaa sokeaa luottamusta tietojärjestelmää kohtaan.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Keskeiset tulokset ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli saada päivitetty näkemys lohkoketjuteknologian vaikutuksista ja sopivuudesta organisaation taloushallinnon tietojärjestelmiin, sekä lohkoketjuteknologian aiheuttamasta paineesta nykyisille institutioituneille käytännöille. Tutkimus rakentui kolmen ydinkysymyksen ympärille, joihin pyrittiin saamaan vastaus tutkimuskirjallisuuden perusteella. Aineisto pohjautui organisaatioiden tietojärjestelmiin laskentatoimen näkökulmasta ja nykyiseen tutkimuskirjallisuuteen lohkoketjuteknologiasta, sekä ajankohtaisiin esimerkkeihin lohkoketjuteknologian käytöstä. Lohkoketjuteknologian kytkeytymisestä taloushallintoon ja organisaation tietojärjestelmiin oli mahdollista havaita uusia ratkaisuja, joita aiemman tutkimuskirjallisuuden julkaisuaikaan ei ollut vielä olemassa. Merkittävimpänä lopputuloksena voidaan todeta lohkoketjujen ympäristön tämänhetkisten institutionaalisten paineiden ymmärtäminen, ja osittain lohkoketjun ulkopuolella toimivien hajautettujen oraakkeliverkostojen mahdollistamien hybridiälysovimusten potentiaalin käsittely organisaation tietojärjestelmien näkökulmasta.

Ensimmäinen tutkimuskysymys pyrki vastaamaan suoraan, miten lohkoketjut muuttavat ja yhdistyvät taloushallinnon tietojärjestelmiin. Taulukko 2 tiivistää tutkimuksen kannalta keskeisimmät haasteet, nykyiset ongelmat, ratkaisut ja vaikutukset lohkoketjuteknologian kehityksessä taloushallinnon tietojärjestelmien osaksi. Kirjallisuudesta tuli selvästi ilmi, etteivät lohkoketjut sopeudu osaksi taloushallinnon tietojärjestelmää sellaisenaan ilman välikappaleita. Älysovimusten ja hajautettujen oraakkeliverkostojen täydentämänä lohkoketjuista saadaan myös organisaation näkökulmasta hyödyllinen ratkaisu. Lohkoketjut ovat luotettavia omassa suljetussa ympäristössään, hyötyjen kiteytyessä informaation luotettavuuteen ja yhteiseen konsensukseen tapahtumien kulusta. Lohkoketjuteknologian tulevaisuuden kynnyskysymykset organisaatioiden käytössä voidaan kin liittää yhä vahvemmin lohkoketjun hallinnan, informaation yksityisyyden ja skaalautuvuuden ympärille. Kirjallisuuden perusteella lohkoketjuja ei selkeästi kannata korostaa nykyisten tietojärjestelmien haastajana, vaan pikemminkin niitä täydentävänä teknologiana, joka voi tarjota runsaampia verkostohyötyjä mitä nykyisillä keskitetyillä tietojärjestelmillä olisi mahdollista saavuttaa.

Toinen tutkimuskysymys tarkasteli mikä institutionaalisessa ympäristössä ja sen muutoksessa tukee lohkoketjuteknologian käyttöönoton laajentumista.

Tutkimuskirjallisuudesta löytyi selkeitä yleistymistä tukevia ja rajoittavia ajureita. Institutionaalinen ympäristö oli lohkoketjuteknologian yleistymistä ja laajempaa käyttöönottoa tukeva. Erityisesti taloudellisena paineena COVID-19-pandemian aiheuttama globaali epäluottamus talouteen ja kansainvälisiin sopimuksiin tukee vahvasti luottamusta lisäävän lohkoketjuteknologian yleistymistä. Kirjallisuudessa kriisit nähdään mahdollisuutena isompiin muutoksiin globaalissa järjestyksessä.

Yleistymistä kuitenkin jarruttaa pakottavana paineena lainsäädännön hidas reagointi nopeasti kehittyvään teknologiaan ja sen sisältämiin uusiin toimintatapoihin. Haasteena on avoimen ja hajautetun järjestelmän kontrollointi. Lainsäädäntö on markkinapaineen alainen, mikäli lainsäädäntö ei kykene tuottamaan määritelmiä ja päätöksiä lohkoketjuteknologiaa koskien on riskinä teknologian hyötyjen keskittyminen muualle. Pelko hyötyjen menettämisestä on aiheuttanut jo lobbausta ja yrityksiä muuttaa päättäjiensä lohkoketjuihin liitettyjä mielikuvia. Valtiolliset toimijat olivat myös strategisesti kiinnostuneita yleishyödyllisestä teknologiasta ja rooliltaan myös määrittävät sosiaalisten kanssakäymisten odotuksia hyväksytystä toiminnasta. Yhteiskunnassa keskeisten instituutioiden lohkoketjuteknologian hyödyntäminen osaltaan legitimoit teknologian olevan nykyisiin normatiivisiin arvoihin sopiva, ja jota on hyväksytty hyödyntää organisaatiossa innovatiivisena ratkaisuna. Keskeiset instituutiot toimivat suunnannäyttäjinä myös muille organisaatioille. Samoin konsultointitoimistojen kiinnostus kehittää omia lohkoketjupalveluita edustavat jäljitteleviä prosesseja.

Kolmas tutkimuskysymys tarkasteli minkälaisia institutionaalisia paineita lohkoketjuteknologia aiheuttaa organisaatioiden taloushallinnon tietojärjestelmiin. Tarkastelu pohjautui vahvasti yhdistelmään sisäistä muutosta tarkasteleviin Burns ja Scapensin (2000) sekä Barleyn ja Tolbertin (1997) vanhan institutionaalisen teorian viitekehyksiin sekä DiMaggion ja Powellin (1983) uusinstitutionaalisen teorian selittämään isomorfismiin viitekehykseen. Ulkopuolisten paineiden yhtymäkohtia löytyi nykyisestä tutkimuskirjallisuudesta helpommin, kuin selviä havaintoja sisäisten rakenteiden muutoksista, jotka ovat enemmän riippuvaisia implementoinnin tavasta, joita tutkimuksessa löydettiin useampia vaihtoehtoja.

Institutionaalista isomorfismia edustavat taloudelliset, pakottavat ja normatiiviset paineet sekä jäljittelevät prosessit, joita kaikkia havaittiin tutkimuskirjallisuudesta. Institutionaalisten paineiden kategorisointi tiettyyn segmenttiin on haastavaa, sillä lohkoketjuteknologia itsessään kehittyy vielä niin vahvasti ja institutionaaliset paineet voivat vaikuttaa samankaltaisesti useamman eri segmentin kesken. Taloudellisia paineita edustavat

kiihtyvä globalisaatio sekä lohkoketjuteknologian edistyksellisyys informaatioteknologiana tehokkuuden, automaation ja luotettavuuden osalta nykyisiin tietojärjestelmiin verrattuna.

Pakottavana paineena lohkoketjuteknologia on lainsäädännön vaikutuksen alla hajautetun periaatteen ja reguloimattomuuden arvomaailmasta huolimatta, sillä organisaatiot ovat lainsäädännön alaisia toimijoita. Erityisesti avointen lohkoketjujen anonymiteetti ja perinteisten instituutioiden vaatima KYC-periaate ovat toistaiseksi ristiriidassa, jota on pyritty ratkaisemaan erilaisilla tavoilla. Lohkoketjuteknologian yleistyminen organisaatiossa tapahtuu todennäköisesti vähemmän reguloitujen toimintojen kautta. Toistaiseksi voidaan havaita lainsäädännön olevan innovaation ja organisaatioiden välinen pullonkaula. Tutkimuskirjallisuudesta löytyi yksi mahdollinen ratkaisu tähän ongelmaan DECO-protokollan muodossa.

Normatiivinen paine organisaatioille esiintyy arvojen, sääntöjen ja roolien määrittävänä odotuksena, joka ohjaa käyttäytymistä sosiaalisissa kanssakäymisissä. Lohkoketjuteknologiassa ei ole määriteltä vä vastuuta yksittäisellä taholla, joka vastaisi epävarmoissa tilanteissa toiminnasta tai älysojimuksen kanssa operoinnista, vaan toiminta pohjautuu hajautettuun matemaattiseen luottamukseen, mikä osaltaan luo uudenlaisia haasteita sopeutumiselle. Lohkoketjuteknologian osaajien pula ja heikko yleisymmärrys teknologiasta ovat muutosta vastustavia paineita. Mikäli lohkoketjuteknologian asema legitimoituu tutkimuskirjallisuudessa, yliopistojen opetuksessa, mediassa tai konsulttien viestinnässä luontevana osana taloushallintoa, se voi aiheuttaa isomorfista painetta omaksua lohkoketjuteknologia.

Jäljitteleviä prosesseja edustavat suurimpien teknologiatoimittajien kehittälemät BaaS-palvelut lohkoketjuteknologiasta ja konsulttipalveluiden suora kiinnostus sekä prototyypit taloushallinnon sovelluksista. Microsoftin, Chainlinkin, EY:n ja usean muun yrityksen kehittälemä Baseline Protocolin kaltainen palvelu on yritys standardoida parhaat käytännöt yhdeksi helposti omaksuttavaksi palveluksi, joka osaltaan muovaa palvelun integroivia organisaatioita keskenään samankaltaiseksi.

Kirjallisuudesta ei löytynyt konkreettisia kuvauksia lohkoketjuteknologian sisäisistä vaikutuksista, joten yksityiskohtaisia sisäisiä jännitteitä ja muutospaineita oli toistaiseksi mahdoton havaita. Salamyhkäisyys vaikutuksiin ja kytkeytymiseen liittyen voi osittain perustua haluun pitää kilpailijat etäämmällä, sekä haluun olla paljastamatta julkisesti liikaa organisaation informaatiokriittisistä prosesseista. Sisäiset prosessit eivät välttämättä muutu dramaattisesti nykyisistä, vaikka ne toteutettaisiin lohkoketjuteknologiaa

hyödyntäen. BaaS-palveluiden ja hajautettujen oraakkeliverkostojen mahdollistama kommunikaatio lohkokejtujen, älysovimusten ja perinteisten tietojärjestelmien välillä mahdollistaa lohkokejtuteknologian integroinnin jo institutionaalisen aseman saavuttaneen palvelun tai prosessin sisälle piilotettuna, jolloin käyttäjän ei tarvitse itse ymmärtää teknisiä ratkaisuja ja vaatimuksia. Muutokset organisaation tietoarkkitehtuurin taustatoiminnossa eivät välttämättä tule selvästi esiin, ellei organisaatio halua erityisesti julkisesti korostaa muutosta. Sidosryhmille muutos voi tulla black box-teorian kaltaisesti jopa huomaamatta itse lohkokejtuteknologian toimintaprosessia, sillä lohkokejtuteknologia kytkeytyy taloushallinnon tietojärjestelmiin tietokantamoottorina.

6.2 Tutkimuksen arviointi

Lohkokejtuteknologian konseptin ymmärtäminen on haastavaa sen abstraktin luonteen johdosta. Tässä tutkimuksessa tutkijan aiempi perehtyneisyys aiheeseen oli merkittävänä apuna analyysin pohjana kirjallisuuden lisäksi, mutta integroivan kirjallisuuskatsauksen osittaisesta subjektiivisuudesta johtuen aiemmilla tiedoilla ja ennakkokäsityksillä saattaa olla myös merkitystä päätelmissä. Tutkimuksen johtopäätöksiä tukee kuitenkin vahvistettavuus aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta. Tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin hyvin käsitteellisiä, eivätkä ole suoraan siirrettävissä käytännön tapauksiin.

Tutkimuksen validiteetti on riittävän kattava sekä laaja ajankohtaisen aineiston ansiosta, jotta siitä on saatavissa selkeitä havaintoja tavoitellusta ilmiöstä. Tutkimuksen reliabiliteettia lisäisi systemaattisempi ja dokumentoitu kirjallisuuden kerääminen, jotta tutkimus olisi helposti toistettavissa. Tässä tutkimuksessa on käytetty laajoja ja ennalta tarkasti sanamuodoiltaan rajaamattomia hakutermejä aineiston kokoamisessa. Tutkijan ennakkotietämystä aiheesta on hyödynnetty kirjallisuutta etsittäessä ja lähteitä valikoitaessa, mikä on tyypillistä integroidulle ja kuvailevalle kirjallisuuskatsaukselle. Tutkimuksessa käytetyt viittaukset on pyritty valitsemaan luotettavista lähteistä edustaen hyvän tutkimuksen etiikkaa. Lohkokejtuteknologian tutkimuskirjallisuuden ja asiantuntevan uutisoinnin ollessa rajallista, kaikista ajantasaisimpia lähdefoorumeita, kuten Twitteriä, monille lohkokejtuprojekteille tyypillistä Mediumia tai GitHubia ei voinut käyttää, jotta tutkimuksen luotettavuus ja lähdekritiikki säilyy korkealla tasolla. Tutkimus sisältää runsaasti ajankohtaisia esimerkkejä ja päivitettyä tietämystä lohkokejtuteknologiaa koskien. Erityisesti hajautettuja oraakkeliverkostoja koskeva kirjallisuus on uutta verrattuna moniin aiempiin lohkokejtuteknologiaa käsitteleviin tutkimuksiin, mikä mahdollistaa viimeisimmän katsauksen lohkokejtuteknologian kehitysasteeseen.

Lohkoketjuteknologia tarjoaa jatkuvasti kehittyvänä innovaationa runsaasti mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita. Institutionaalisten isomorfismin johtavien paineiden näkökulmasta olisi mielenkiintoista tutkia, onko lohkoketjuteknologian adaptaatio ollut homogeeninen vai heterogeeninen. Erityisesti onko toimialojen välillä ollut poikkeavuuksia adaptaatiossa yksityisten tai julkisten lohkoketjujen välillä ja onko kansallisissa strategioissa esitellyillä valtioilla ollut eroa lohkoketjuteknologian institutionaalisen ympäristön suhteen.

Institutionaalisiin paineisiin ja lohkoketjuihin sopisi myös kvalitatiivinen tutkimus, jossa haastatellaan lohkoketjuteknologian integroineita organisaatioita valintoihin johtaneista päätöksistä sekä tutkien minkälaisia muutoksia on tapahtunut organisaatioissa. Sisäisen institutionalisoitumisen muutoksen näkökulmaan kirjallisuudesta ei saanut selkeää vastausta. Haastateltaessa organisaatioita olisi mahdollisuus saada lisäselvyys sisäisiin muutoksiin ja jännitteisiin, joita lohkoketjuteknologia on aiheuttanut organisaatioissa.

Hybridiälyopimuksiin ja hajautettuihin oraakkeli-verkostoihin keskittyvä tutkimus lisääisi näkemystä innovatiivisen ratkaisun kehittymisestä. Interventionistisempi case-tutkimus voisi tuottaa mielenkiintoista ja enemmän yksityiskohtaista aineistoa implementaation onnistumisesta ja haasteista, erityisesti runsaamman adaptaation tapahduttua. Hybridiälyopimukset ja hajautetut oraakkeli-verkostot mahdollistavat monia eri tutkimusnäkökulmia, sillä sovellettaville käyttökohteille ei vaikuta olevan rajoja, vaan niitä voitaisiin soveltaa kaikkeen mihin tarvitaan matemaattisesti vahvistettua luottamusta sopimuksen noudattamisesta.

LÄHTEET

- Aave.com (2021) <<https://aave.com/>>, haettu 8.5.2021.
- Alabi, Ken (2017) Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's Law. *Electronic Commerce Research and Application*, Vol. 24, 23–29.
- Alarcon, John – Ng, Cory. (2018) Blockchain and the future of accounting. *Pennsylvania CPA Journal*, Vol. 88 (4), 26–29.
- Alasuutari, Pertti (2011) Laadullinen tutkimus 2.0. 4. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.
- AlSaqa, Zeyad Hashim – Hussein, Ali Ibrahim – Mahmood, Saddam Mohammed (2019) The Impact of Blockchain on Accounting Information Systems. *Journal of Information Technology Management*, Vol. 11 (3), 62–80.
- Amazon web services, AWS (2021) <<https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2021/03/announcing-general-availability-of-ethereum-on-amazon-managed-blockchain/>>, haettu 10.3.2021.
- Ampel, Benjamin – Patton, Mark – Chen, Hsinchun (2019) Performance modeling of hyperledger sawtooth blockchain. *2019 IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics (ISI)*. IEEE.
- Appelbaum, Deniz – Kogan, Alexander – Vasarheley Miklos – Yan Zhaokai (2017) Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 25, 29–44.
- Appelbaum, Deniz. – Smith, Sean Stein (2018) Blockchain Basics and Hands-on Guidance: Taking the Next Step toward Implementation and Adoption: Certified Public Accountant. *The CPA Journal*, vol. 88 (6), 28–37.
- Arla.fi, (2020) Maitoketju läpivalaisee maidon valmistusketjun <<https://www.arla.fi/artikkelit/arla-maitoketju-lapivalaisee-maidon-valmistusketjun/>>, Haettu 16.9.2020.
- Asatiani, Aleksandre – Apte, Uday – Penttinen, Esko – Rönkkö, Mikko – Saarinen, Timo (2019) Impact of accounting process characteristics on accounting outsourcing- Comparison of users and non-users of cloud-based accounting information systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 34.
- Aydiner, Arafat Salih – Tatoglu, Ekrem – Bayraktar, Erkan – Zaim, Selim (2019) Information system capabilities and firm performance: Opening the black box through

- decision-making performance and business-process performance. *International Journal of Information Management*, Vol. (47), 168–182.
- Baker, Andrew – Wigan, Duncan (2017) Constructing and contesting City of London power: NGOs and the emergence of noisier financial politics. *Economy and Society*, Vol. 46 (2), 185–210.
- Barley, Stephen – Tolbert, Pamela (1997) Institutionalization and Structuration: Studying the Links between Action and Institution. *Organization Studies*, Vol. 18 (1), 93–117.
- Bonsón, Enrique – Bednárová Michaela (2019) Blockchain and its implications for accounting and auditing. *Meditari Accountancy Research*, Vol. 27 (5), 725–740.
- Britannica.com (2020) Structuralism anthropology <<https://www.britannica.com/science/structuralism-anthropology>>, haettu 9.9.2020.
- Burns, John, – Scapens, Robert. W. (2000) Conceptualizing management accounting change: an institutional framework. *Management accounting research*, Vol. 11 (1), 3–25.
- Cai, Cynthia (2021) Triple-entry accounting with blockchain: How far have we come? *Accounting & Finance* Vol. 61 (1), 71–93.
- Carruthers, Bruce G (1995) Accounting, ambiguity, and the new institutionalism. *Accounting, organizations and society*, Vol. 20 (4), 313–328.
- Chand, Donald – Hachey, George – Hunton, James – Owoso, Vincent – Vasudevan, Sri. (2005) A balanced scorecard-based framework for assessing the strategic impacts of ERP systems. *Computers in industry*, Vol. 56 (6), 558–572.
- Chainlink (2021) Solutions <<https://chain.link/solutions>>, haettu 8.5.2021.
- Coyne, Joshua – McMickle, Peter (2017) Can Blockchains Serve an Accounting Purpose?. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, Vol. 14 (2), 101–111.
- Cristofaro, Matteo (2017) Herbert Simon's bounded rationality: its historical evolution in management and cross-fertilizing contribution. *Journal of Management History*, Vol. 23 (2), 170–190.
- Croman, Kyle – Decker, Christian – Eyal, Ittay – Gencer, Adem Efe – Juels, Ari – Kosba, Ahmed – Miller, Andrew – Saxena, Prateek – Shi, Elaine – Sirer, Emin – Song, Dawn – Wattenhofer, Roger (2016) On Scaling Decentralized Blockchains (A Position Paper). *Conference: 3rd Workshop on Bitcoin and Blockchain Research*.
- Currie, Wendy L. (2012) Institutional isomorphism and change: the national programme for IT–10 years on. *Journal of Information Technology*. Vol. 27 (3), 236–248.

- Dai, Jun – Vasarhelyi, Miklos (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. *The Journal of Information Systems*, Vol. 31(3), 5–21.
- Davis, Fred – Bagozzi, Ricard – Warshaw, Paul (1989) User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, Vol. 35 (8), 982–1003.
- Danermark, Berth – Ekström, Mats – Jakobsen, Liselotte – Karlsson, Jan (2002) Explaining society: Critical realism in the social sciences. Routledge.
- Dillard, Jesse. F – Rigsby, John. T., – Goodman, Carrie (2004) The making and remaking of organization context. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 17 (4), 506–542.
- DiMaggio, Paul. J. – Powell, Walter W (1983) The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*, Vol. 48 (2), 147–160.
- Defipulse.com (2021) <<https://defipulse.com/aave>>, haettu 8.5.2021.
- Deloitte, (2019) Deloitte's 2019 global blockchain survey.
- DeRose, Chris (2016) Smart Contracts' Are the Future of Blockchain. *American Banker*, New York, N.Y.
- Eriksson, Päivi – Kovalainen, Anne (2008) Qualitative Methods in Business Research. Los Angeles, California. SAGE.
- Euroopan keskuspankki (2020) The future of money – innovating while retaining trust. European Central Bank. <<https://www.ecb.europa.eu/press/inter/date/2020/html/ecb.in201130~ce64cb35a3.en.html>>, haettu 20.3.2021.
- Euroopan keskuspankki (2021) The use of DLT in post-trade processes. Advisory Groups on Market Infrastructures for Securities and Collateral and for Payments. 1–40.
- Euroopan investointipankki (2021). EIB issues its first ever digital bond on a public blockchain. <<https://www.eib.org/en/press/all/2021-141-european-investment-bank-eib-issues-its-first-ever-digital-bond-on-a-public-blockchain#>>, haettu 1.5.2021.
- EUR-Lex (2013) VIHREÄ KIRJA – luonnonkatastrofeja ja ihmisen aiheuttamia katastrofeja koskevasta vakuutuksesta. Euroopan unionin julkaisutoimisto. Asiakirja 52013DC0213.
- Ethereum.org (2021a) Upgrading Ethereum to radical new heights <<https://ethereum.org/en/eth2/>>, haettu 19.4.2021.

- Ethereum.org (2021b) What is Ethereum? < <https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/>>, haettu 8.5.2021.
- Etherisc.com (2021) Make insurance fair and accessible < <https://etherisc.com/>>, haettu 8.5.2021.
- Financial Times (2018) Hackers target new cryptocurrency investors. *Financial Times*. <<https://www.ft.com/content/9cf6d460-6d8a-11e8-8863-a9bb262c5f53>>, haettu 3.4.2021.
- Financial Times (2021) Goldman Sachs eyes growth in cash management technology. *Financial Times*. <<https://www.ft.com/content/0a21bd57-4e8b-4e3c-bb37-117a47d69b0a>>, haettu 23.2.2021.
- Fox, Matthew (2021) The Grayscale Bitcoin Trust is now the largest public holder of bitcoin, but competition is heating up. <<https://markets.businessinsider.com/currencies/news/grayscale-bitcoin-trust-largest-public-holder-competition-increasing-osprey-2021-3-1030221296>> haettu 20.3.2021.
- Frawley, Tara – Fahy, John (2006) Revisiting the First-Mover Advantage Theory: A Resource-Based Perspective. *Irish Journal of Management*, Vol. 27 (1), 273–95.
- Friedland, Roger – Alford, Robe (1991) Bringing society back in: Symbols, practices, and institutional contradictions. *The new institutionalism in organizational analysis*, 232–263.
- Frolov, Daniil (2021) Blockchain and institutional complexity: an extended institutional approach. *Journal of Institutional Economics*, Vol. 17 (1), 21–36.
- Fuller, Stephen H. – Markelevich, Ariel (2019) Should accountants care about blockchain? *Journal of Corporate Accounting & Finance*, Vol. 31(2), 34–46.
- Giddens, Anthony (1984) The constitution of society: Outline of the theory of structuration. *University of California Press*.
- Gorla, Narasimhaiah – Somers, Toni M – Wong, Betty (2010) Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. *The Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 19 (3), 207–228.
- Granlund, Markus (2011) Extending AIS research to management accounting and control issues: A research note. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 12(1), 3–19.
- Granlund, Markus – Lukka, Kari (1998a) Towards increasing business orientation: Finnish management accountants in a changing cultural context. *Management accounting research*, Vol. 9 (2), 185–211.

- Granlund, Markus – Lukka, Kari (1998b) It's a small world of management accounting practices. *Journal of management accounting research*, Vol. 10, 153–179.
- Greenwood, Royston – Hinings, C. R. (1996) Understanding Radical Organizational Change: Bringing together the Old and the New Institutionalism. *The Academy of Management review*, Vol. 21 (4), 1022–1054.
- Guidotti, Riccardo – Monreale, Anna – Ruggieri, Salvatore – Turini, Franco – Giannotti, Fosca – Pedreschi, Dino (2018) A survey of methods for explaining black box models. *ACM computing surveys (CSUR)*, Vol. 51(5), 1–42.
- Gupta, Pranay – Tham Mandy (2018) Fintech: The New DNA of Financial Services. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Hammad, Saleh – Jusoh, Ruzita – Ghazali, Imam (2013) Decentralization, perceived environmental uncertainty, managerial performance and management accounting system information in Egyptian hospitals. *International Journal of Accounting and Information Management*, Vol. 21 (4), 314–330.
- Haneem, Faizura – Ali, Rosmah – Kama, Nazri – Basri, Sufyan (2017) Resolving data duplication, inaccuracy and inconsistency issues using Master Data Management. *International Conference on Research and Innovation in Information Systems*, ICRIIS, 1–6.
- Hang, Lei, Choi – Eun Chang – Kim, Do-Hyeun (2019) A novel EMR integrity management based on a medical blockchain platform in hospital. *Electronics*, Vol. 8 (4), 467.
- Helsingin Sanomat (2021) Ovatko elektropopin tahtiin liihottavat vauvat todella 390 000 dollarin arvoisia? <<https://www.hs.fi/visio/art-2000007849514.html>>, haettu 15.5.2021.
- Hopper, Trevor – Major, Maria (2007) Extending institutional analysis through theoretical triangulation: regulation and activity-based costing in Portuguese telecommunications. *European Accounting Review*, Vol. 16 (1), 59–97.
- Howell, Bronwyn – Potgieter, Petrus (2021) Uncertainty and dispute resolution for blockchain and smart contract institutions. *Journal of Institutional Economics*, 1–15.
- Huerta, Esperanza – Jensen, Scott, (2017) An accounting information systems perspective on data analytics and Big Data. *Journal of information systems*, Vol. 31 (3), 101–114.

- Hussain, Mostaque – Hoque, Zahirul (2002) Understanding Non-Financial Performance Measurement Practices in Japanese Banks: A New Institutional Sociology Perspective. *Accounting, auditing, & accountability*, Vol. 15 (2), 162–183.
- Hutahayan, Benny (2020) The mediating role of human capital and management accounting information system in the relationship between innovation strategy and internal process performance and the impact on corporate financial performance. *Benchmarking: An International Journal*.
- Hyvönen, Timo – Järvinen, Janne – Pellinen, Jukka – Rahko Tapani (2009) Institutional logics, ICT and stability of management accounting. *European accounting review*, Vol. 18 (2), 241–275.
- Irrera, Anna (2017) Banks scramble to fix old systems as IT 'cowboys' ride into sunset. <<https://www.reuters.com/article/us-usa-banks-cobol/banks-scramble-to-fix-old-systems-as-it-cowboys-ride-into-sunset-idUSKBN17C0D8>>, haettu 23.2.2021.
- Jessel, Ben (2020) Will Chainlink's Integration With E&Y And Microsoft Backed Baseline Make Ethereum Enterprise Ready? *Forbes* <<https://www.forbes.com/sites/benjessel/2020/09/14/will-chainlinks-integration-with-ey-and-microsoft-backed-baseline-make-ethereum-enterprise-ready/>>, haettu 15.3.2021.
- Jeyaraj, Anand – Zadeh, Amir (2020). Institutional Isomorphism in Organizational Cybersecurity: A Text Analytics Approach. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, Vol. 30 (4), 361–380.
- Johansson, Patrik Elias – Eerola, Mikko – Innanen, Antti – Viitala, Juha (2019) Lohko-
ketju: Tiekartta Päättäjille. Alma Talent Oy, Helsinki.
- Juels, Ari – Breidenbach, Lorenz – Cachin, Christian – Chan, Benedict – Coventry, Alex – Ellis, Steve – Koushanfar, Farinaz – Miller, Andrew – Magauran, Brendan – Moroz, Daniel – Nazarov, Sergey, Topliceanu, Alexandru – Tram`er, Florian – Zhang, Fan (2021) Chainlink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks. 1–136.
- Järvenpää, Marko (2009) The institutional pillars of management accounting function. *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. 5 (4), 444–471.
- Kaarlejärvi, Sanna – Salminen, Tero (2018) Älykäs taloushallinto: automaation aika. Helsinki: Alma.
- Kaleem, Mudabbir – Shi, Weidong (2021) Demystifying Pythia: A Survey of ChainLink Oracles Usage on Ethereum. *Cornell University*. arXiv preprint:2101.06781.

- Kalodner, Harry – Goldfeder, Steven – Chen, Xiaoqi – Weinberg, Matthew and Felten, Edward (2018) Arbitrum: Scalable, private smart contracts. In 27th USENIX Security Symposium. *USENIX Security*, Vol. 18, 1353–1370.
- Kauppalehti.fi (2021a) Suomalainen Aave nousi uuden kryptoteknologian aallonharjalle: Oman digivaluutan arvo ja palvelun rahamäärä miljardiluokassa – ”Selkeää bisnesmallia ei ole ehkä vielä pitkään aikaan”. *Kauppalehti*. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/suomalainen-aave-nousi-uuden-kryptoteknologian-aallonharjalle-oman-digivaluutan-arvo-ja-palvelun-rahamaara-miljardiluokassa-selkeaa-bisnesmallia-ei-ole-ehka-viela-pitkaan-aikaan/5fd4ac00-4f53-4677-ad7a-df38b622b1cd>>, haettu 18.3.2021.
- Kauppalehti.fi (2021b) Digijuan antaa Kiinalle avaimet transaktioiden täydelliseen valvontaan – Näin toimii keskuspankin kontrolloima lohkoketju. *Kauppalehti*. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/digijuan-antaa-kiinalle-avaimet-transaktioiden-taydelliseen-valvontaan-nain-toimii-keskuspankin-kontrolloima-lohkoketju/b7847b96-b911-4abf-8043-89463a06a2b1>>, haettu 27.4.2021.
- Kharpal, Arjun (2018) Everything you need to know about the blockchain. CNBC. <<https://www.cnbc.com/2018/06/18/blockchain-what-is-it-and-how-does-it-work.html>>, haettu 3.4.2021.
- Kuisma, Tuire – Laukkanen, Tommi – Hiltunen, Mika (2007) Mapping the reasons for resistance to Internet banking: A means-end approach. *International Journal of Information Management*, Vol. 27 (2), 75–85.
- Lahti, Sanna – Salminen Tero, (2014) Digitaalinen taloushallinto. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Laitinen, Erkki – Laitinen, Teija – Leppiniemi, Jarmo – Puttonen, Vesa – Kinnunen, Juha (2004) Mitä on yrityksen taloushallinto? Helsinki: KY-palvelu.
- Lansiti, Marco – Lakhani, Karim (2017) The truth about blockchain. *Harvard Business Review*, Vol. 95 (1), 119–127.
- Lauslahti, Kristian – Mattila, Juri – Seppälä, Timo (2017) Smart Contracts – How will Blockchain Technology Affect Contractual Practices? Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, ETLA Reports no 68.
- Lee, Larissa (2015) New kids on the blockchain: How bitcoin's technology could reinvent the stock market. *Hastings Business Law Journal*, Vol. 12 (2), 81–132.
- Lukka, Kari (2007) Management accounting change and stability: loosely coupled rules and routines in action. *Management Accounting Research*, Vol. 18 (1), 76–101.

- Lukka, Kari – Vinnari, Eija (2014) Domain theory and method theory in management accounting research. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 27 (8), 1308–1338.
- Maailmanpankki, World Bank Group (2021) Blockchain Interoperability (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <<http://documents.worldbank.org/curated/en/373781615365676101/Blockchain-Interoperability>>, haettu 16.3.2021.
- Maailman talousfoorumi (World Economic Forum) (2020) The missing link between blockchains and enterprises. <<https://www.weforum.org/agenda/2020/12/the-missing-link-between-blockchain-and-existing-systems/>>, haettu 3.4.2021.
- Mattila, Juri – Seppälä, Timo – Hukkinen, Taneli – Laikari, Arto – Markkanen, Kalle – Koulu, Riikka – Jia, Kai (2019) Lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa.
- McKinsey (2018) Beyond the hype: blockchains in capital markets. <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-beyond-the-hype-what-is-the-strategic-business-value>>, Haettu 27.09.2020.
- Meyer, John W. – Rowan, Brian (1977) Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. *American journal of sociology*, Vol. 83 (2), 340–363.
- Moilanen, Jarkko – Niinioja, Marjukka – Seppänen, Marko – Honkanen, Mika (2018) API-talous 101 Helsinki: Alma.
- Molla, Jodie – Yigitbasioglu, Ogan (2019) The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, Vol. 51(6), 1–20.
- Mougar, William – Buterin, Vitalik (2016) The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. Hoboken: Wiley.
- Murguia, Luis (2018) SAP Business One Service Mobile App Now Available | SAP News Center SAP News Center. <<https://news.sap.com/2018/06/sap-business-one-service-mobile-app-now-available/>>, Haettu 6.4.2021.
- Mäkinen, Lassi – Vuorio, Britt (2002) Taloushallinnon nettivallankumous. Helsinki: Kauppakaari.
- Mänttari-Van der Kuip, Maija – Tammelin, Mia – Anttila, Timo (2018) Organisaatioiden isomorfismi: julkiset organisaatiot ja yhdenmukaisuuden paine. *Yhteiskuntapolitiikka*, Vol. 83 (3).
- Nakamoto, Satoshi (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

- Nasdaq.com (2021) <<https://www.nasdaq.com/articles/coinbase-ventures-paradigm-invest-%2412m-in-synthetic-defi-platform-2021-02-14>>, haettu 23.2.2021.
- Nazarov, Sergey – Shukla, Punit (2020) Bridging the Governance Gap: Interoperability for blockchain and legacy systems. *World Economic Forum whitepapers*.
- Newworldencyclopedia.org (2020) Structuralism <<https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Structuralism>>, haettu 9.9.2020.
- Nicoletti, Bernardo (2017) The Future of FinTech: Integrating Finance and Technology in Financial Services, Springer International Publishing AG, ProQuest Ebook Central.
- O'Leary, Daniel E. (2017) Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* Vol. 24 (4), 138–147.
- Oxfordin sanakirja (2021) institution noun - Definition, pictures, pronunciation and usage notes Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com. <<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/institution>>, haettu 21.3.2021.
- Pawczuk, Linda – Nielsen, Jesper – Sin, Paul – Hewett, Nadia (2020) Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains: Part 6 – A Framework for Blockchain Interoperability. *World Economic Forum whitepapers*.
- Penas, Oivia – Plateaux, Regis – Patalano, Stanislaw – Hammadi, Moncef (2017) Multi-scale approach from mechatronic to Cyber-Physical Systems for the design of manufacturing systems. *Computers in Industry*, Vol. 86, 52–69.
- Phillips, John William, (2009) Structuralism and semiotics. National University of Singapore.
- Quattrone, Paolo – Hopper, Trevor (2001) What does organizational change mean? Speculations on a taken for granted category. *Management accounting research*, Vol. 12 (4), 403–435.
- Richins, Greg – Stapleton, Andrea – Stratopoulos, Theophanis – Wong, Christopher, (2017) Big data analytics: Opportunity or threat for the accounting profession? *Journal of Information Systems*, Vol. 31 (3), 63–79.
- Saleh, Fahad, (2018) Blockchain without waste: Proof-of-stake. *The Review of Financial Studies*, Vol. 34, 1156–1190.

- Salminen, Ari (2011) Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. *Vaasan yliopiston julkaisuja*.
- Salzman, Avi (2018a) Blockchain Is Starting to Show Real Promise Amid the Hype. *Barron's*, New York. 18.8.2018.
- Salzman, Avi (2018b) Sorting the Hype from The Hope Over Blockchain. *Barron's*; New York. 20.8.2018, 16–20.
- Sánchez-Rodríguez, Cristóbal – Spraakman, Gary (2012) ERP systems and management accounting: A multiple case study. *Qualitative Research in Accounting & Management*, Vol. 9 (4), 398–414.
- Scapens, Robert W. – Jazayeri, Mostafa (2003) ERP systems and management accounting change: opportunities or impacts? A research note. *European Accounting Review*, Vol. 12 (1), 201–233.
- Scott, William Richard (2008) Institutions and organizations: Ideas and interests. Sage Publications, Los Angeles.
- Seitamaa-Hakkarainen, Piritta (2021) Kvalitatiivinen sisällönanalyysi: sisällön analyysin keskeisiä piirteitä. <<https://metodix.fi/2014/05/19/seitamaa-hakkarainen-kvalitatiivinen-sisallon-analyysi/>>, haettu 4.5.2021.
- Simon, Alan (2014) Modern enterprise business intelligence and data management: a roadmap for IT directors, managers, and architects. Morgan Kaufmann.
- Shahsavari, Yahya – Zhang, Kaiwen – Talhi, Cahmseddine (2019) Performance modeling and analysis of the bitcoin inventory protocol. In *2019 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON) IEEE*, 79–88.
- Shaikh, Zaffar – Lashari, Intzar (2017) Blockchain Technology: The New Internet. *International Journal of Management Sciences and Business Research*, Vol. 6 (4), 167–177.
- Sheldon, Mark D. (2021) Auditing the Blockchain Oracle Problem. *Journal of Information Systems*, Vol. 35 (1), 121–133.
- Sheth, Alpen – Hemang Subramanian (2019) Blockchain and contract theory: modeling smart contracts using insurance markets. *Managerial Finance*.
- Shrier, David – Sharma, Deven – Pentland, Alex (2016) Massachusetts Institute of Technology – Blockchain & financial services: The fifth horizon of networked innovation. White paper excerpt, MIT.

- Stedman, James M. – Kostelecky, Matthew – Spalding, Thomas L – Gagné, Christina (2016) Scientific realism, psychological realism, and Aristotelian–Thomistic realism. *The Journal of Mind and Behavior*, 199–218.
- Synthetix (2021) <<https://synthetix.io/>>, haettu 8.5.2021.
- Szabo, Nick (1997) Formalizing and securing relationships on public networks. First Monday.
- Taipaleenmäki, Jani – Ikäheimo, Seppo (2013) On the convergence of management accounting and financial accounting—the role of information technology in accounting change. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. (14) 4, 321–348.
- Tan, Boon Seng – Low, Kin Yew (2019) Blockchain as the database engine in the accounting system. *Australian Accounting Review*, Vol. 29 (2), 312–318.
- Tapscott, Dan – Tapscott, Alex (2016) Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. New York: Portfolio / Penguin.
- TheCityUK (2021a) Cryptoassets: Shaping UK regulation for innovation and global leadership, 1–20.
- TheCityUK (2021b) Leadership Council < <https://www.thecityuk.com/about-us/leadership-council/>>, haettu 25.5.2021.
- Tsamenyi, Mathew – Cullen, John – González, José (2006) Changes in Accounting and Financial Information System in a Spanish Electricity Company: A New Institutional Theory Analysis. *Management accounting research*, Vol. 17 (4), 409–432.
- T-Systems.com. 2020. Smart contracts made reliable and useful with the real-world data T-Systems MMS. <<https://www.t-systems-mms.com/en/expertise/archive/smart-contracts-made-reliable-and-useful-with-the-real-world-data.html>>, haettu 1.5.2021.
- Tuomi, Jouni, – Sarajärvi, Anneli (2018) Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi: Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Vähämaa, Ville-Valtteri (2020) Lohkoketjuteknologian vakuutuslустat – Vertailu toimijoiden välillä arvoketjuanalyysillä.
- Vincent, Nishani Edirisinghe – Skjellum Anthony – Medury, Sai (2020) Blockchain architecture: A design that helps CPA firms leverage the technology. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 38.

- Visa.com (2021) Visa Becomes First Major Payments Network to Settle Transactions in USD Coin (USDC). <<https://usa.visa.com/about-visa/newsroom/press-releases.releaseId.17821.html>> haettu 30.3.2021.
- Yu, Ting, – Lin, Zhiwei – Tang, Qingliang (2018) Blockchain: The Introduction and Its Application in Financial Accounting. *The Journal of corporate accounting & finance*, Vol. (29) 4, 37–47.
- Wang, Yunsen – Kogan, Alexander (2018) Designing confidentiality-preserving Blockchain-based transaction processing systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 30, 1–18.
- Weick, Karl E. (1976) Educational organizations as loosely coupled systems. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 21 (1), 1–19.
- Wolfson, Rachel (2019) Former White House Deputy Chief Raises \$3.7 Million For Enterprise Blockchain. Forbes. <<https://www.forbes.com/sites/rachel-wolfson/2019/04/03/princeton-university-startup-offchain-labs-raises-3-7m-to-enable-enterprise-blockchain-adoption/>>, haettu 16.3.2021.
- Zajac, Edward J. – Kraatz, Matthew S. Diametric Forces Model of Strategic Change: Assessing the Antecedents and Consequences of Restructuring in the Higher Education Industry. *Strategic Management Journal*, Vol. 14, 83–102.
- Zhang, Fan – Deepak Maram – Harjasleen, Malvai – Goldfeder, Steven – Juels, Ari (2020) Deco: Liberating web data using decentralized oracles for tls. *In Proceedings of the 2020 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, 1919–1938.